

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/331971712>

Amazônia e o Aquecimento Global

Article · March 2019

CITATIONS

7

READS

162

1 author:



[Philip Fearnside](#)

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

612 PUBLICATIONS 20,906 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Wetland Conservation Policy [View project](#)



Master thesis project [View project](#)

<http://amazoniareal.com.br/amazonia-e-o-aquecimento-global-1-resumo-da-serie/>



Amazônia e o Aquecimento Global: 1 – Resumo da Série



Philip Martin Fearnside | 22/11/2018 às 18:18

O aquecimento global é real, mas o negacionismo é uma força significativa no Brasil. Isso é ilustrado por uma série de eventos, sendo o mais dramático o controle da mídia brasileira na época do evento Rio+20 em 2012. O aquecimento global é causado pelo acúmulo de gases de efeito estufa na atmosfera em níveis acima daqueles que prevaleciam antes das emissões humanas subirem acentuadamente na época da revolução industrial.

As emissões acima dos níveis “naturais” vêm da combustão de combustíveis fósseis, o desmatamento e outras fontes antropogênicas. Esses gases bloqueiam parte da energia que a Terra recebe do Sol de ser devolvida ao espaço sideral na forma de radiação infravermelha, aumentando assim a temperatura da superfície da Terra.

As temperaturas já subiram o suficiente para ter efeitos prontamente observáveis, e as projeções são para aumentos substancialmente maiores nas próximas décadas. O cenário que aproxima “negócios como sempre” (RCP8.5) do mais recente relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) projeta que a temperatura média global em 2100 deverá aumentar em 4,8°C acima da média de 1996-2005.

Na Amazônia, as temperaturas de 2100 no período de junho a agosto seriam de 6-8°C acima da média de 1996-2005. Isso tem sérias consequências para a saúde humana, a agricultura e a floresta amazônica. Além dos efeitos diretos das temperaturas mais altas, elas também afetariam as chuvas, particularmente a ocorrência de secas e inundações extremas. Tanto o El Niño quanto o dipolo do Atlântico, que causam secas na Amazônia, devem aumentar.

A precipitação média diminuiria substancialmente na Amazônia oriental (além de reduções catastróficas no nordeste do Brasil). Fluxos de água nos principais rios amazônicos com hidrelétricas existentes ou planejadas diminuiriam substancialmente, reduzindo bastante a geração de energia. A Amazônia não é apenas uma vítima do aquecimento global, é também uma fonte de emissões antropogênicas por desmatamento, degradação florestal por exploração madeireira e incêndios, e emissões de represas hidrelétricas.

As emissões que não são causadas diretamente pela ação humana, como a degradação das florestas resultante das secas provocadas pelas mudanças climáticas e as emissões provenientes do aquecimento dos solos, também contribuem para o aquecimento global. As grandes áreas de floresta remanescente fazem da região um fator central em possíveis emissões futuras desse tipo.

A Amazônia também está no centro de discussões (frequentemente controversas) sobre medidas de mitigação através de Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação (REDD) e pela concessão de crédito de carbono para represas hidrelétricas.[1]

Nota

[1] As pesquisas do autor são financiadas exclusivamente por fontes acadêmicas: Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq: proc. 305880/2007-1; 5-575853/2008 304020/2010-9; 573810/2008-7), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM: proc. 708565) e Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA: PRJ15.125). Este trabalho foi apresentado no Fourth International Conference of Literature and Environment: II Biennial Conference of ASLE-Brasil “*The Demise of Nature: Narratives of Water and Forests in the Anthropocene*”, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 04-07 de junho de 2018.

A fotografia que ilustra mostra a seca no lago do Uarini, no rio Solimões, em 2010, no Amazonas.

(Foto: Alberto César Araújo)

Leia a última série do autor: [Hidrelétricas e Aquecimento Global](#)

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 e também coordena o INCT (Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia) dos Serviços Ambientais da Amazônia. Recebeu o Prêmio Nobel da Paz pelo Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas (IPCC), em 2007. Tem mais de 500 publicações científicas e mais de 200 textos de divulgação de sua autoria [que estão disponíveis aqui](#).



Amazônia e o Aquecimento Global: 2 – Negadores do clima



Philip Martin Fearnside | 27/11/2018 às 16:30

A realidade do aquecimento global não impediu que a negação da mudança climática se tornasse uma força significativa no Brasil. A ilustração mais dramática disso foi o controle essencialmente completo que os negacionistas tinham sobre a mídia brasileira na época do evento Rio + 20 em 2012 (ver: [1]). Os “ruralistas” do Brasil, que refletem os interesses do agronegócio, estão particularmente enamorados com o negacionismo [2]. Representantes ruralistas atualmente controlam 40% da Câmara dos Deputados no Congresso Nacional, fato que resultou em uma longa série de reveses recentes para as políticas ambientais brasileiras [3].

O aquecimento global é causado pelo acúmulo de gases de efeito estufa na atmosfera em níveis acima daqueles que prevaleceram antes das emissões humanas aumentarem acentuadamente na época da revolução industrial. As emissões acima dos níveis “naturais” vêm da combustão de combustíveis fósseis, desmatamento e outras fontes antropogênicas. Esses gases bloqueiam parte da energia que a Terra recebe do Sol de ser devolvida ao espaço exterior na forma de radiação infravermelha, aumentando assim a temperatura do ar na superfície da Terra (Figura 1).

A energia do Sol entra na atmosfera como radiação ultravioleta de ondas curtas. Cerca de metade desta atinge o solo, onde quase toda a energia é absorvida e, em seguida, re-irradiada sob a forma de radiação infravermelha de ondas longas. Gases de efeito estufa que estão naturalmente presentes na atmosfera, além daqueles que foram adicionados por humanos, inibem a passagem da radiação infravermelha, retornando este calor para a superfície.

A alegação de negacionistas do clima que aumentos observados de temperatura são frutos da variação natural das manchas solares e outros eventos que alteram a quantidade de energia que entra na atmosfera implicariam um aumento de temperatura igualmente distribuído ao longo de todo o perfil vertical na atmosfera.

No entanto, o aquecimento é maior na parte do perfil onde os gases de efeito estufa se concentram – um fato para o qual os negacionistas não têm explicação.

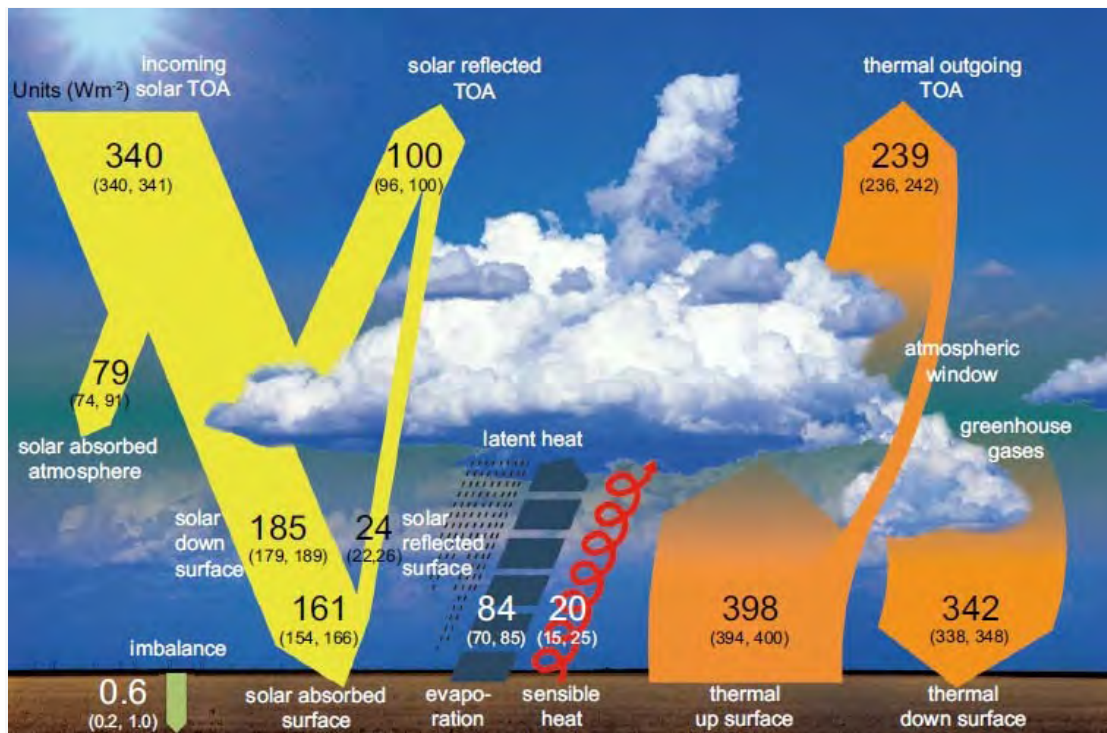


Figura 1 – Balanço de energia da Terra a partir do relatório mais recente do IPCC (o Quinto Relatório de Avaliação, ou AR5). Os valores estão em Watts por metro quadrado ([4], p. 181).

As temperaturas globais aumentaram significativamente (Figura 2). O aumento já é suficiente para ter efeitos prontamente observáveis, e as projeções são para aumentos substancialmente maiores nas próximas décadas. O cenário “negócios como sempre” (“*business as usual*”) aproximado (RCP8.5) do relatório mais recente do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) projeta que a temperatura global média de 2100 deve aumentar em 4,8°C sobre a média de 1996-2005 ([5], p. 6).[6]

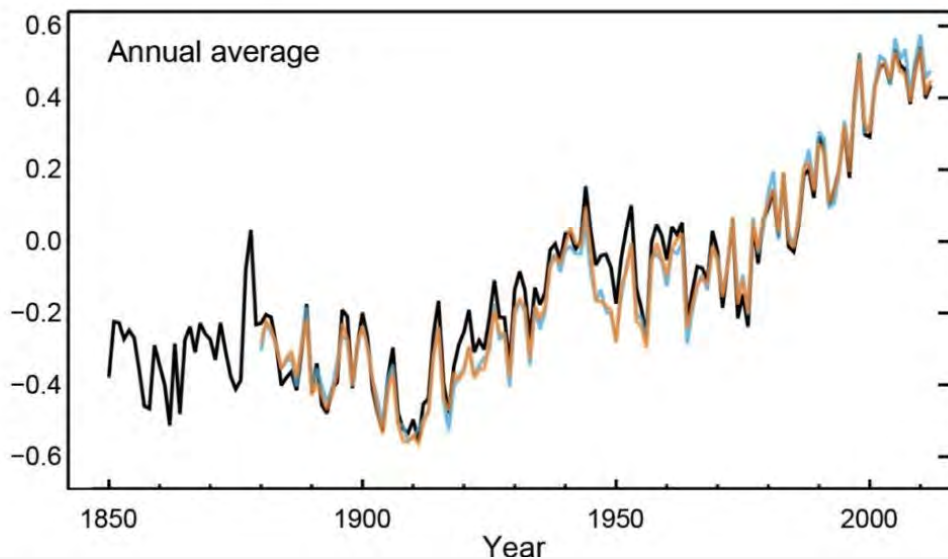


Figura 2 – Temperatura global média desde 1850 [5].

Notas

[1] Fearnside, P.M. 2015. Os céticos de clima no Brasil. *Amazônia Real* 16 & 23 de março de 2015.

[2] Mello, P.C. & A. Prado, 2018. Chuva escasseia no Matopiba, onde ruralistas duvidam dos efeitos do aquecimento global. *Folha de São Paulo*, 22 de maio de 2018. P. B-6.

[3] Fearnside, P.M. 2018. Challenges for sustainable development in Brazilian Amazonia. *Sustainable Development* 26(2): 141-149

[4] Cubasch, U., D. Wuebbles, D. Chen, M.C. Facchini, D. Frame, N. Mahowald & J.-G. Winther. 2013. Introduction. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex & P.

A fotografia que abre este artigo é da Floresta Amazônica em chamas, um risco às pessoas, a fauna e flora, além de contribuir com o aumento das emissões de gases do efeito estufa (Foto: Daniel Beltrá/Greenpeace)

Leia o artigo que abre a série: [Amazônia e o Aquecimento Global: 1 – Resumo da Série](#)

Leia a última série do autor: [Hidrelétricas e Aquecimento Global](#)

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 e também coordena o INCT (Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia) dos Serviços Ambientais da Amazônia. Recebeu o Prêmio Nobel da Paz pelo Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas (IPCC), em 2007. Tem mais de 500 publicações científicas e mais de 200 textos de divulgação de sua autoria [que estão disponíveis aqui](#).



Amazônia e o Aquecimento Global: 3 – Impactos na Amazônia



Philip Martin Fearnside | 05/12/2018 às 15:59

A maior parte das discussões sobre o aquecimento global enfatiza o aumento esperado na temperatura média global, como a expectativa de que essa média será de 4,8 °C acima até 2100 se as atuais tendências de emissões continuarem. No entanto, 70% da Terra é coberta por água, e a média global é, portanto, fortemente influenciada pela temperatura sobre os oceanos.

A temperatura do ar sobre os oceanos aumenta menos que sobre a terra, tornando a média global enganosa como uma representação do que acontecerá nos continentes onde a população humana vive. As temperaturas na Amazônia, no centro do continente sul-americano, aumentarão mais que a média global (Figura 3). Na Amazônia, as temperaturas de 2100 no período de junho a agosto seriam de 6-8 °C na média de 1996-2005 ([1], p. 1343). Isso tem sérias consequências para a saúde humana, a agricultura e a floresta amazônica.

Atlas of Global and Regional Climate Projections

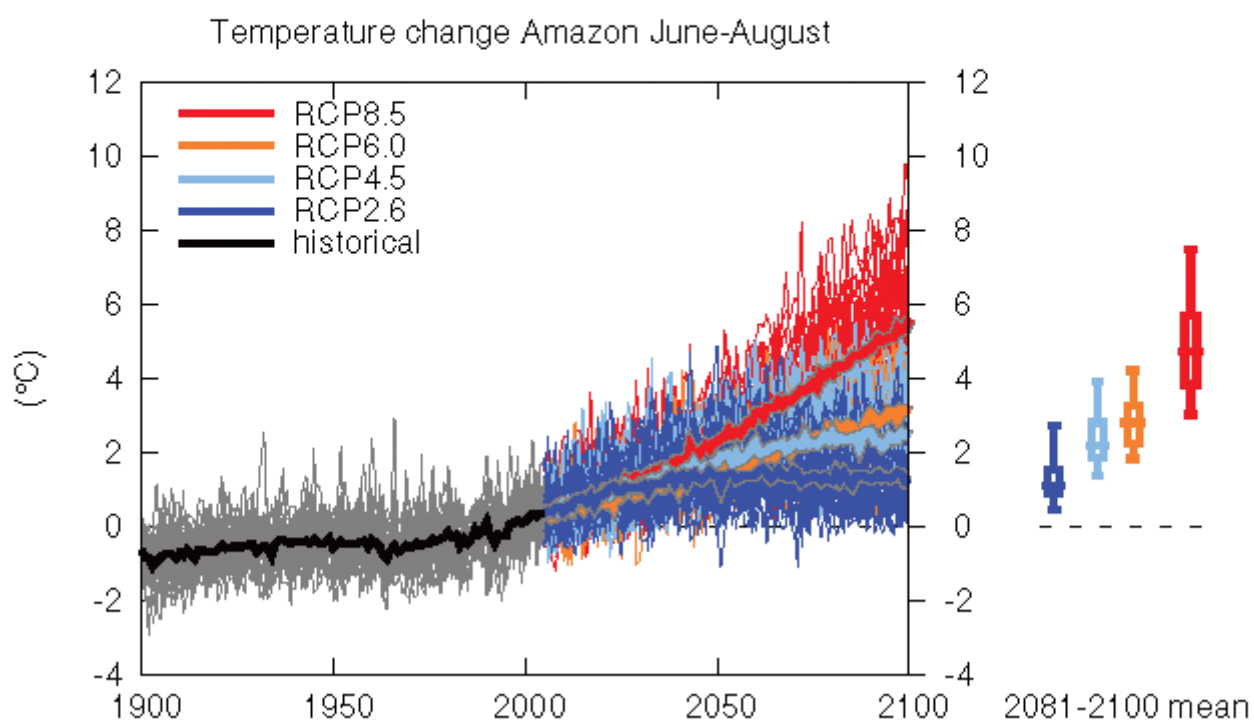


Figura 3 – Mudança de temperatura prevista na Amazônia no período de junho a agosto sob diferentes cenários de emissões ([1], p. 1343). O vermelho (cenário RCP8.5) representa a melhor aproximação de “negócios como sempre” (“business as usual”).

Espera-se que haja um ponto quente de aquecimento no Mato Grosso e no leste de Rondônia, onde as temperaturas subiriam mais do que no restante da Amazônia (Figura 4). Locais nessa área, como Cuiabá, Mato Grosso, já são conhecidos por seu calor extremo, mesmo sem esse aumento adicional.[2]

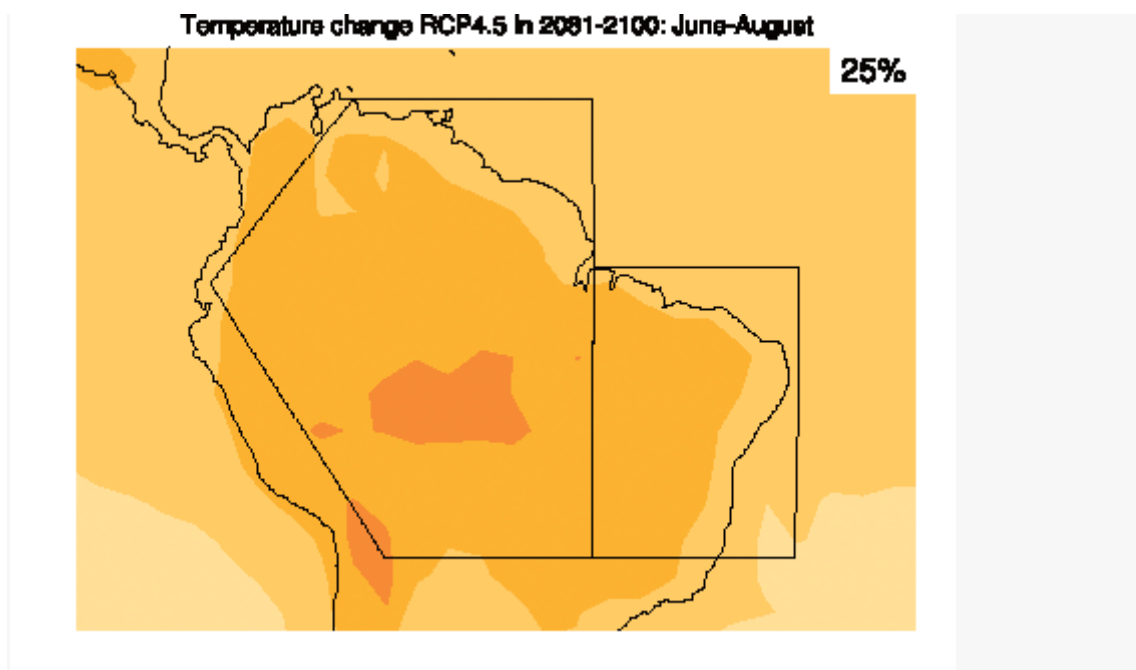


Figura 4 – Mudança de temperatura projetada na Amazônia sob o cenário RCP4.5 (que é otimista em sua suposta redução de emissões futuras). Observe o aumento maior que a média na mancha de cor laranja escura no Mato Grosso e no leste de Rondônia ([1], p. 1343).

Notas

[1] IPCC. 2013. Annex I: Atlas of Global and Regional Climate Projections. [van Oldenborgh, G.J., M. Collins, J. Arblaster, J.H. Christensen, J. Marotzke, S.B. Power, M. Rummukainen & T. Zhou (eds.)]. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex & P.M. Midgley (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido & New York, NY, E.U.A. p. 1311-1393.

[2] As pesquisas do autor são financiadas exclusivamente por fontes acadêmicas: Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e

Tecnológico (CNPq: proc. 305880/2007-1; 5-575853/2008 304020/2010-9; 573810/2008-7), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM: proc. 708565) e Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA: PRJ15.125). Este trabalho foi apresentado no Fourth International Conference of Literature and Environment: II Biennial Conference of ASLE-Brasil “*The Demise of Nature: Narratives of Water and Forests in the Anthropocene*”, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 04-07 de junho de 2018.

A foto acima mostra queimada registrada na Amazônia Legal. A região possui focos ativos de incêndio e áreas de cinzas. (Foto: Daniel Beltrá/Greenpeace)

Leia os artigos anteriores desta série:

[Amazônia e o Aquecimento Global: 1 – Resumo da Série](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global: 2 – Negadores do clima](#)

Leia a última série do autor:

[Hidrelétricas e Aquecimento Global](#)

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 e também coordena o INCT (Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia) dos Serviços Ambientais da Amazônia. Recebeu o Prêmio Nobel da Paz pelo Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas (IPCC), em 2007. Tem mais de 500 publicações científicas e mais de 200 textos de divulgação de sua autoria [que estão disponíveis aqui](#).



Amazônia e o Aquecimento Global: 4 – O Relatório Suprimido



Philip Martin Fearnside | 13/12/2018 às 13:23

Em 2015, a Secretaria de Assuntos Estratégicos do Brasil (SAE) estava preparando um relatório intitulado “Brasil 2040”, projetando a mudança climática para 2040 e os impactos dessas mudanças no país. Pouco antes do lançamento do relatório, o Casa Civil da presidente Dilma Rousseff demitiu os dois principais autores do relatório demitido [1]. Mais tarde, a SAE foi abolida, incluindo seu website. O que foi que a presidente do Brasil tinha tanto medo de liberar? A resposta é clara no mapa vazado do relatório (Figura 5). A precipitação diminuiria drasticamente no nordeste do Brasil. As áreas vermelhas no mapa têm 50% menos precipitação anual. É claro que a

precipitação varia de ano para ano (e espera-se que essa variação aumente), e, portanto, os anos mais secos seriam bem mais secos do que a média. Note-se que a seca atual no nordeste do Brasil se prolongou por seis anos, ou muito além do intervalo de tempo que pode ser explicado pela variação natural.

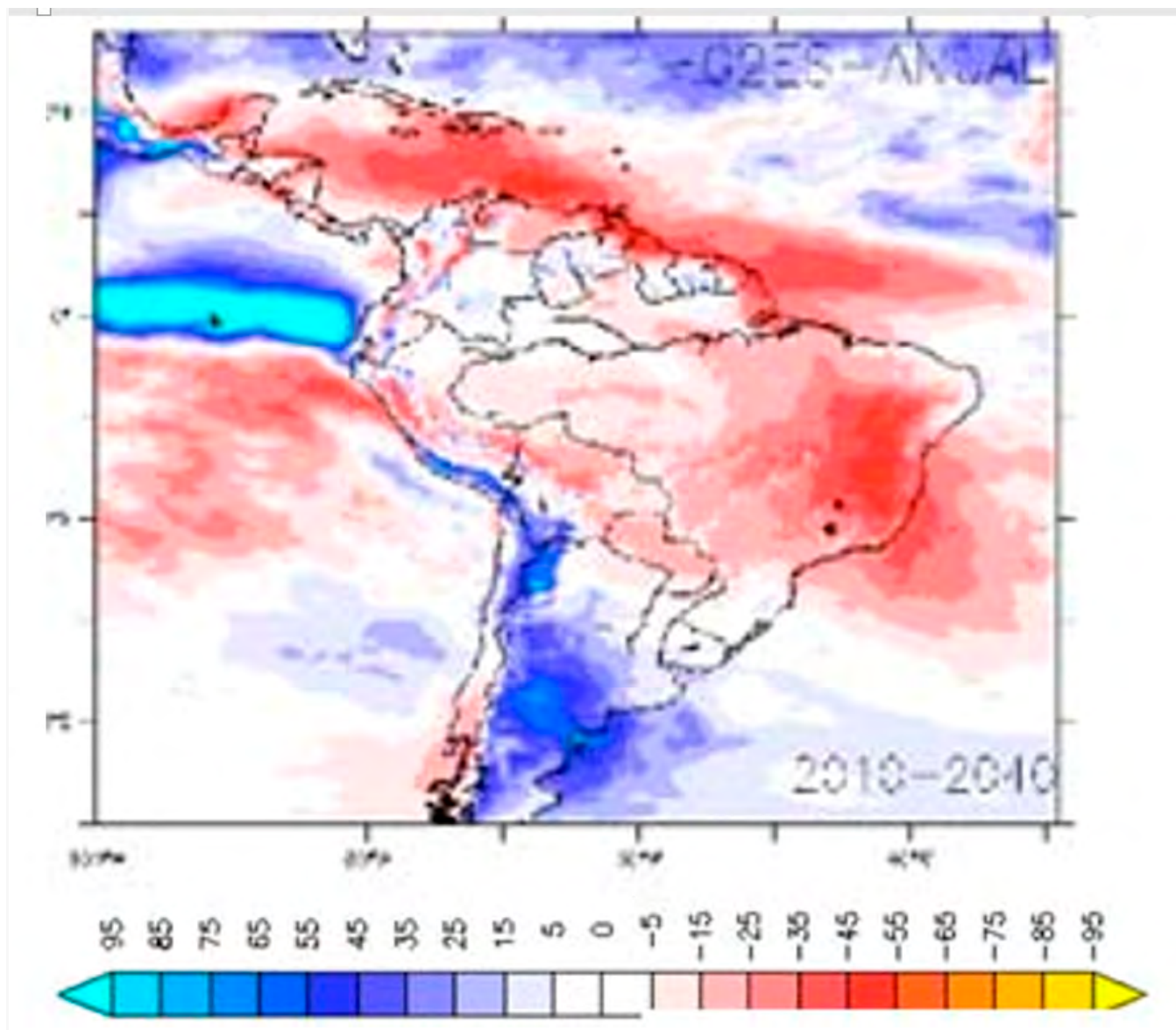


Figura 5 – Reduções projetadas na precipitação até 2040, a partir do cenário business-as-usual aproximado (RCP 8.5) no relatório “Brasil 2040” [2].

Além dos efeitos diretos de temperaturas mais altas, elas também afetam as chuvas, particularmente a ocorrência de secas e inundações extremas. Tanto o El Niño quanto o dipolo do Atlântico, que causam secas na Amazônia, devem aumentar. A precipitação média diminuiria substancialmente na Amazônia oriental (além de reduções

catastróficas no nordeste do Brasil) (por exemplo, [3]). Fluxos de água nos principais rios amazônicos com hidrelétricas existentes ou planejadas diminuiriam substancialmente, reduzindo muito a geração de energia [3, 4].

A devastação esperada da agricultura no nordeste do Brasil teria consequências para a Amazônia, uma vez que dezenas de milhões de pessoas dependem da agricultura no nordeste do Brasil e parte dessa população provavelmente migrará para a Amazônia. Essa migração aumentaria o desmatamento nos assentamentos da Amazônia, que são uma fonte significativa de perda florestal e emissões de gases de efeito estufa [5,6]. [7]

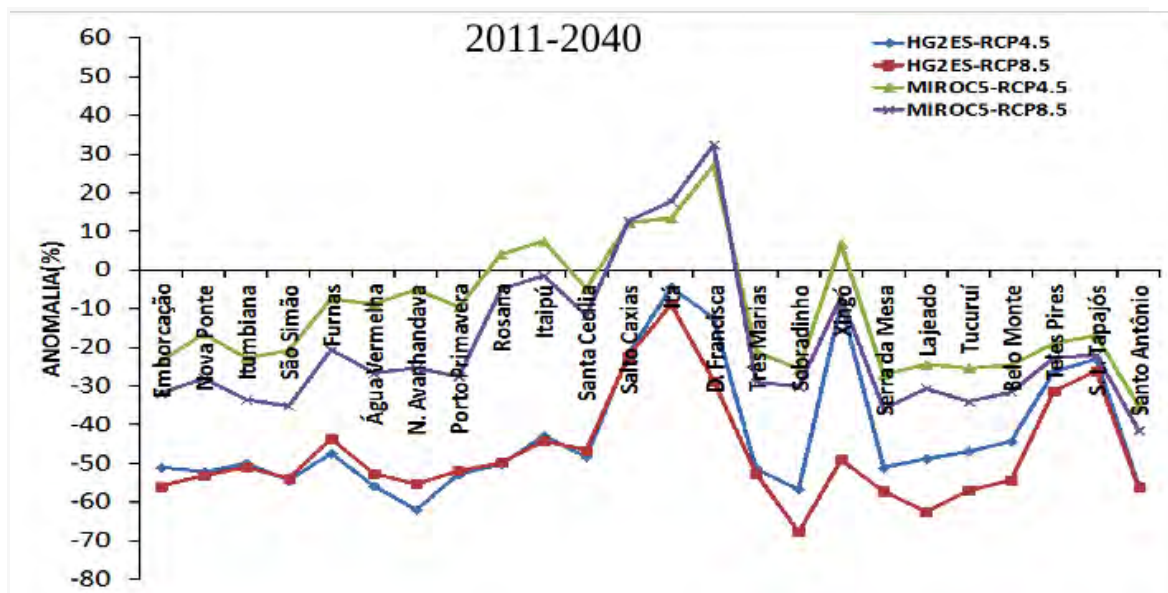


Figura 6 – Mudanças projetadas na geração de energia hidrelétrica até 2040 em diferentes cenários de barragens e emissões [2, 3]. A linha vermelha (RCP8.5) representa o cenário aproximado de business-as-usual.

Notas

[1] Ângelo, C. 2015. Presidência demite líderes de estudo sobre clima, a nove meses da COP de Paris. *Observatório do Clima*, 13 de março de 2015.

[2] Ângelo, C. & C. Feitosa. 2015. País poderá viver drama climático em 2040, indicam estudos da Presidência. *Observatório do Clima*, 30 de outubro de 2015.

[3] Margulis, S. & N. Untersell. 2017. Shaping up Brazil's long-term development considering climate change impacts. p. 220-241 In: L.-R. Issberner & P. Lena (eds.). *Brazil in the Anthropocene: Conflicts between Predatory Development and Environmental Policies*. Routledge, New York, NY, E.U.A. 368 p.

[4] Sorribas, M.V., R.C.D. Paiva, J.M. Melack, J.M. Bravo, C. Jones, L. Carvalho, E. Beighley, B. Forsberg & M.H. Costa. 2016. Projections of climate change effects on discharge and inundation in the Amazon basin. *Climatic Change* 136(3): 555-570.

[5] Fearnside, P.M. 2017. Deforestation of the Brazilian Amazon. In: H. Shugart (ed.) Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science. Oxford University Press, New York, U.S.A.

[6] Yanai, A.M., E.M. Nogueira, P.M.L.A. Graça & P.M. Fearnside. 2017. Deforestation and carbon-stock loss in Brazil's Amazonian settlements. *Environmental Management* 59(3): 393-409.

[7] As pesquisas do autor são financiadas exclusivamente por fontes acadêmicas: Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq: proc. 305880/2007-1; 5-575853/2008 304020/2010-9; 573810/2008-7), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM: proc. 708565) e Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA: PRJ15.125). Este trabalho foi apresentado no Fourth International Conference of Literature and Environment: II Biennial Conference of ASLE-Brasil “*The Demise of Nature: Narratives of Water and Forests in the Anthropocene*”, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 04-07 de junho de 2018.

A fotografia que ilustra este artigo é do final da temporada de fogo na Amazônia.

(Foto: Daniel Beltrá/Greenpeace)

Leia os artigos anteriores desta série:

[Amazônia e o Aquecimento Global: 1 – Resumo da Série](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global: 2 – Negadores do clima](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global: 3 – Impactos na Amazônia](#)

Leia a última série do autor:

[Hidrelétricas e Aquecimento Global](#)

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 e também coordena o INCT (Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia) dos Serviços Ambientais da Amazônia. Recebeu o Prêmio Nobel da Paz pelo Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas (IPCC), em 2007. Tem mais de 500 publicações científicas e mais de 200 textos de divulgação de sua autoria [que estão disponíveis aqui](#).

<http://amazoniareal.com.br/amazonia-e-o-aquecimento-global-5-secas/>

Amazônia e o Aquecimento Global: 5 – Secas



Philip Martin Fearnside | 17/12/2018 às 14:07

O fenômeno El Niño é uma das principais causas de secas na Amazônia, especialmente na porção norte da região. El Niño é causado por águas superficiais quentes no Oceano Pacífico. A frequência desses eventos aumentou significativamente desde 1975 e, em 2007, o IPCC pôde concluir que mais aquecimento global resultará em mais “condições semelhantes ao El Niño” ([1] p. 779). Isso foi demonstrado por 18 dos 21 modelos climáticos analisados pelo IPCC. Os grandes eventos El Niño em 1997-98, 2003 e 2015-16 causaram extensos incêndios florestais na Amazônia (por exemplo, [2-4]). Nos últimos anos, os modelos climáticos melhoraram sua representação do El Niño e hoje indicam que o aquecimento global continuado aumentará muito a frequência de “Super El Niños” [5].

Secas na Amazônia também são causadas pelo aquecimento no Oceano Atlântico. O dipolo do Atlântico causa secas no sul da Amazônia, como ocorreu em 2005 e 2010 [6, 7]. Em 2005, a seca foi centralizada sobre o Acre, enquanto em 2010 estava espalhada por três centros em todo o sul da Amazônia (Figura 7).

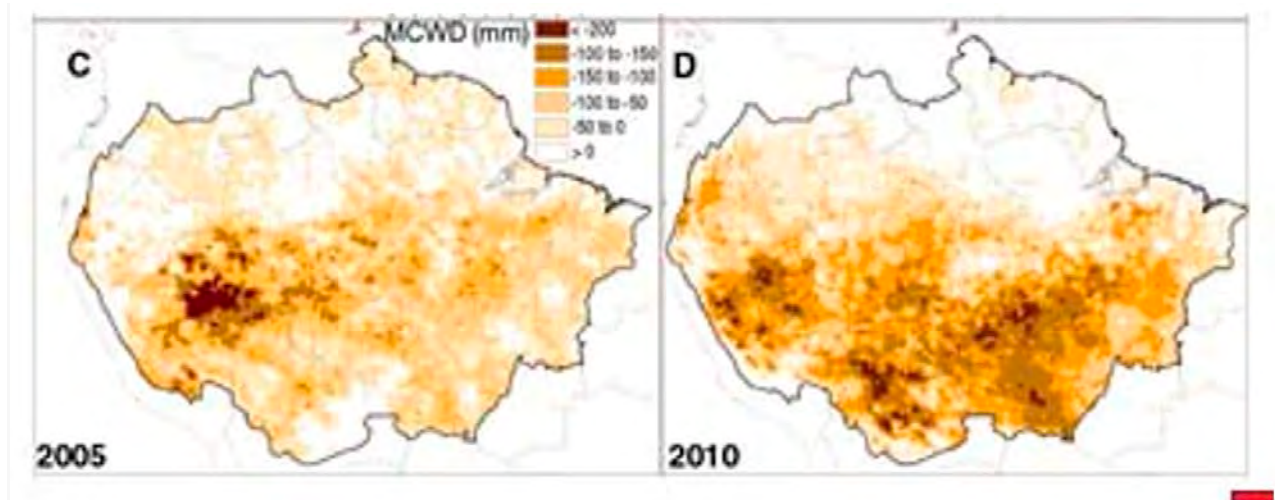


Figura 7 – Intensidade de seca em 2005 e 2010 expressa como Déficit Cumulativo Máximo de Água (MCWD) [8].

O dipolo do Atlântico é causado por uma mancha de água morna na parte sul do Oceano Atlântico Norte, em combinação com um trecho mais frio no Atlântico Sul, na latitude da região Nordeste do Brasil. A diferença entre a temperatura da água superficial em retângulos nessas áreas é significativamente associada à precipitação em um retângulo centrado sobre o Acre (Figura 8). Projeções dos modelos indicam que o dipolo do Atlântico aumentará muito rapidamente – muito mais rapidamente do que o esperado aumento na frequência do El Niño [9].

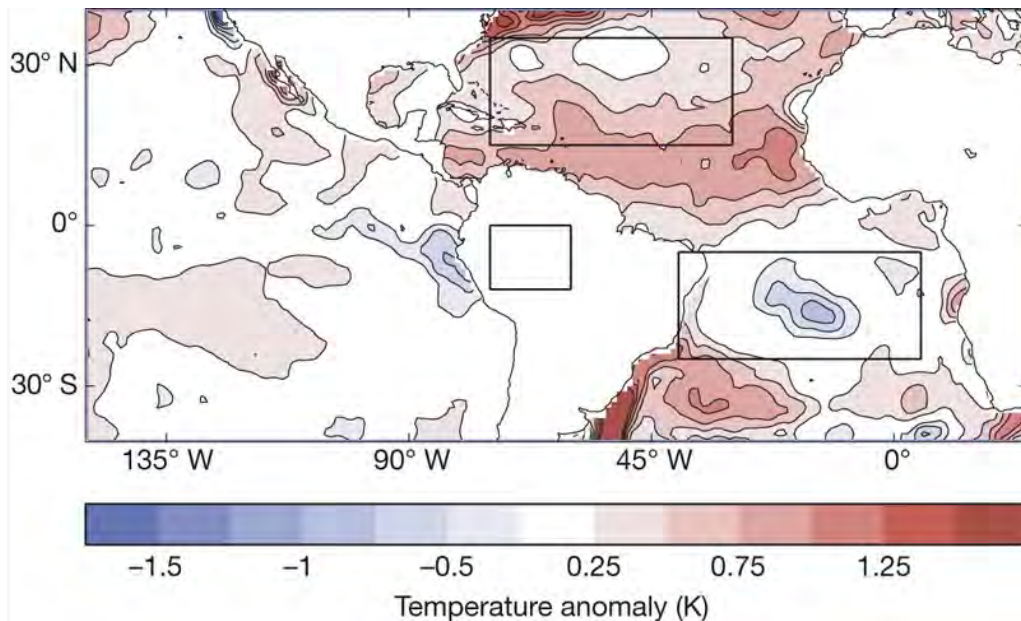


Figura 8 – Anomalia da temperatura da água durante o dipolo do Atlântico em 2005 [9]. A diferença entre as temperaturas nos dois retângulos no Oceano Atlântico está significativamente relacionada à precipitação no retângulo centrado sobre o Acre, no sudoeste da Amazônia.

Os dados das medições da temperatura da água no trecho quente no Atlântico Norte mostram um aumento de 0,6 °C em apenas 20 anos, sem indicação de desaceleração (Figura 9). Deve ser enfatizado que isso é baseado em medições, não em simulações de computador e, portanto, tem muito menos incerteza associada. O aquecimento da água é causado pela diminuição dos aerossóis atmosféricos, principalmente a poeira do deserto do Saara e a poluição da Europa. Com o aquecimento global, mais água está evaporando dos oceanos, e essa água forçadamente cai em algum lugar como chuva. O aumento da chuva está limpando a poeira do ar sobre o Atlântico, o que significa que mais energia do Sol chega à água, em vez de ser interceptada por partículas de poeira na atmosfera[11].

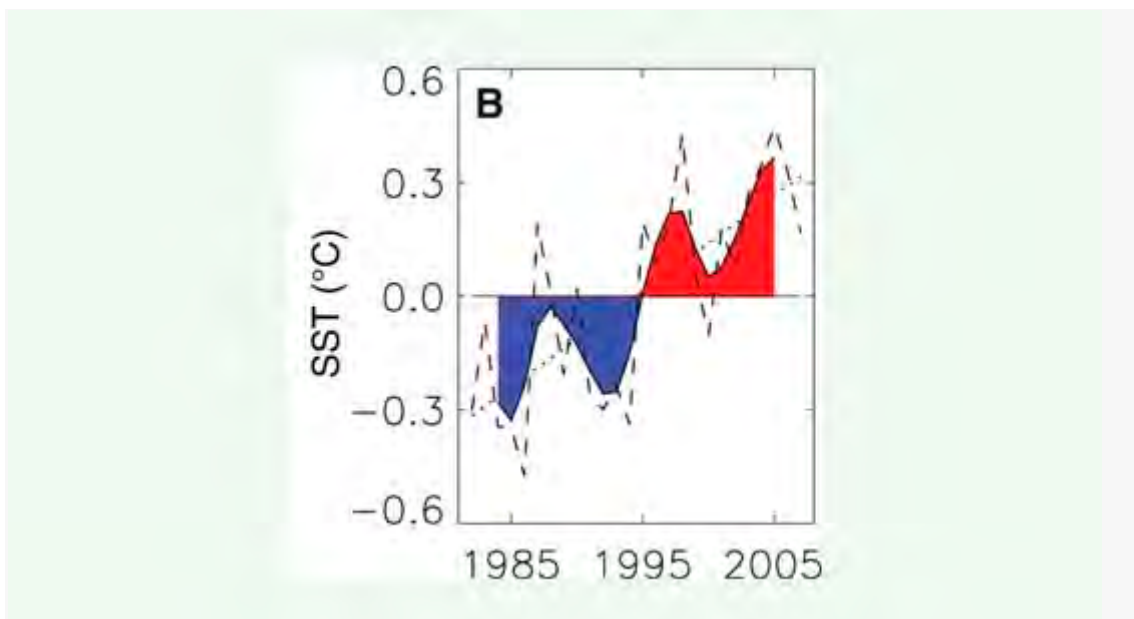


Figura 9 – Medição da temperatura da superfície do mar (SST) na mancha de água quente no Atlântico Norte tropical, que desencadeou o dipolo do Atlântico em 2005 [10]. A temperatura da água nesta área está aumentando continuamente, aquecendo 0,6 °C em 20 anos.

Notas

[1] Meehl, G.A.; Stocker, T F.; Collins, W.D.; Friedlingstein, P.; Gaye, A.T.; Gregory, J M.; Kitoh, A.; Knutti, R.; Murphy J M.; Noda, A.; Raper, S.C B.; Watterson, I.G. ; Weaver, A.J.; Zhao, Z-C. 2007. Global Climate Projections. *In*: Solomon, S.; Qin, D.; Manning, M.; Chen, Z.; Marquis, M.; Averyt, K.B.; Tignor, M.; Miller, H.L. (eds.). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido, p. 247-845.

[2] Alencar, A.C., D. Nepstad & M.C.V. Diaz. 2006. Forest understory fire in the Brazilian Amazon in ENSO and non-ENSO years: Area burned and committed carbon emissions. *Earth Interactions* 10(6): 1–17. <https://doi.org/10.1175/EI150.1>

[3] Barbosa, R.I. & P.M. Fearnside. 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: 513-534.

[4] Barlow, J., C. Peres, R.O. Lagan & T. Haugaasen. 2003. Large tree mortality and the decline of forest biomass following Amazonian wildfires. *Ecology Letters* 6: 6-8.

[5] Latif, M.; Semenov, V.A. & Park, W. 2015. Super El Niños in response to global warming in a climate model. *Climatic Change* 132(4): 489-500.

[6] Marengo, J.A., C.A. Nobre, J. Tomasella, M.D. Oyama, G. Sampaio de Oliveira, R. de Oliveira, H. Camargo, L.M. Alves & I.F. Brown. 2008. The drought of Amazonia in 2005. *Journal of Climate* 21: 495–516.

[7] Marengo, J. A., Tomsasella, J., Alves, L. M., Soares, W. & Rodriguez, D. A. 2011. The drought of 2010 in the context of historical droughts in the Amazon region. *Geophysical Research Letters*, 38, 1–5.

[8] Lewis, S. L., P. M. Brando, O. L. Phillips, G. M. F. Van Der Heijden & D. Nepstad. 2011. The 2010 Amazon drought. *Science*, 331: 554.

[9] Cox, P.M., P.P. Harris, C. Huntingford, R.A. Betts, M. Collins, C.D. Jones, T.E. Jupp, J.A. Marengo & C.A. Nobre. 2008. Increasing risk of Amazonian drought due to decreasing aerosol pollution. *Nature* 453: 212-215.

[10] Evan, A.T., D.J. Vimont, A.K. Heidinger, J.P. Kossin & R. Bennartz. 2009. The role of aerosols in the evolution of tropical North Atlantic Ocean temperature anomalies. *Science* 324: 778–781.
<https://doi.org/10.1126/science.1167404>

[11] As pesquisas do autor são financiadas exclusivamente por fontes acadêmicas: Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq: proc. 305880/2007-1; 5-575853/2008 304020/2010-9; 573810/2008-7), Fundação de Amparo à Pesquisa do

Estado do Amazonas (FAPEAM: proc. 708565) e Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA: PRJ15.125). Este trabalho foi apresentado no Fourth International Conference of Literature and Environment: II Biennial Conference of ASLE-Brasil “*The Demise of Nature: Narratives of Water and Forests in the Anthropocene*”, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 04-07 de junho de 2018.

A imagem que abre este artigo mostra a seca do rio no município de Manaquiri, no Amazonas (Foto: Alberto César Araújo/Amazônia Real)

Leia os artigos anteriores desta série:

[Amazônia e o Aquecimento Global: 1 – Resumo da Série](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global: 2 – Negadores do clima](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global: 3 – Impactos na Amazônia](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global 4 – O Relatório Suprimido](#)

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 e também coordena o INCT (Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia) dos Serviços Ambientais da Amazônia. Recebeu o Prêmio Nobel da Paz pelo Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas (IPCC), em 2007. Tem mais de 500 publicações científicas e mais de 200 textos de divulgação de sua autoria [que estão disponíveis aqui](#).



Amazônia e o Aquecimento Global: 6 – Mortalidade da Floresta



Philip Martin Fearnside | 09/01/2019 às 19:06

A diminuição projetada das chuvas na Amazônia, especialmente na porção leste da região, tem consequências significativas para a floresta (por exemplo, [1-5]). A umidade do solo deverá diminuir substancialmente, como mostram os resultados de 14 modelos climáticos analisados por Dai [6] (Figura 10). Isso resulta em redução do crescimento das árvores e no aumento da mortalidade de árvores pelo estresse hídrico [7-9].

A diminuição da precipitação, incluindo episódios mais severos de seca, também resulta em aumento de incêndios florestais com consequente mortalidade de árvores [10-18]. Isso desencadeia um

ciclo vicioso que leva a incêndios florestais subsequentes e perda de biomassa [19. 20]. [21]

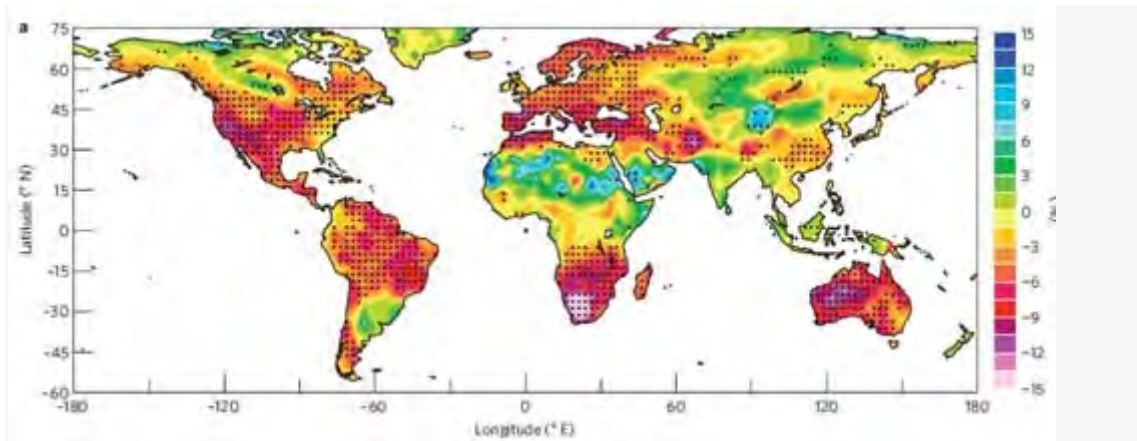


Figura 10 – Mudanças na umidade do solo projetadas para 2100 por 14 modelos climáticos globais [6]. Os sinais “+” indicam concordância entre os modelos. Existe um amplo consenso de que a Amazônia será muito mais seca.

Figura 10 – Mudanças na umidade do solo projetadas para 2100 por 14 modelos climáticos globais [6]. Os sinais “+” indicam concordância entre os modelos. Existe um amplo consenso de que a Amazônia será muito mais seca.

Notas

[1] Fearnside, P.M. 2009. A vulnerabilidade da floresta amazônica perante as mudanças climáticas. *Oecologia Australis* 13(4): 609-618.

[2] Fearnside, P.M. 2009. Global warming in Amazonia: Impacts and mitigation. *Acta Amazonica* 39(4): 1003–1012.

[3] Fearnside, P.M. 2013. Climate change as a threat to Brazil's Amazon forest. *International Journal of Social Ecology and Sustainable Development* 4(3): 1-12.

- [4] Malhi, Y., Roberts, J.T., Betts, R. A., Kileen, T.J., Li, W., & Nobre, C.A. 2008. Climate change, deforestation, and the fate of the Amazon. *Science*, 319: 169–172.
- [5] Malhi, Y., Aragão, L.E.O.C., Galbraith, D., Huntingford, C., Fisher, R. & Zelazowski, P. Sitch, S., McSweeney, C., Meir, P. 2009. Exploring the likelihood and mechanism of a climate-change-induced dieback of the Amazon rainforest. *Proceedings of the National Academy of Science USA*, 106: 20610–20615.
- [6] Dai, A. 2013. Increasing drought under global warming in observations and models. *Nature Climate Change* 3: 52-58.
- [7] Gatti, L.V. & 16 outros. 2014. Drought sensitivity of Amazonian carbon balance revealed by atmospheric measurements. *Nature* 506: 76–80.
- [8] Phillips, O.L. & 65 outros. 2009. Drought sensitivity of the Amazon rainforest. *Science*, 323: 1344-1347.
- [9] Zemp, D.C.; Schleussner, C.; Barbosa, H.M.J.; Hirota, M.; Montade, V.; Sampaio, G.; Staal, A.; Wang-Erlandsson, L.; Rammig, A. 2017. Selfamplified Amazon forest loss due to vegetation-atmosphere feedbacks. *Nature Communications*, 8: art. 14681.
- [10] Hutyrá, L.R.; Munger, J.W.; Nobre, C.A.; Saleska, S.R.; Vieira, S.A.; Wofsy, S.C. 2005. Climatic variability and vegetation vulnerability in Amazonia. *Geophysical Research Letters*, 32: art. L24712.
- [11] Nepstad, D.C., A. Alencar, C. Nobre, E. Lima, P. Lefebvre, P. Schlesinger, C. Potter, P. Moutinho, E. Mendoza, M. Cochrane & V. Brooks. 1999. Large-scale impoverishment of Amazonian forests by logging and fire. *Nature* 398: 505-508.
- [13] Nepstad, D.C., P Lefebvre, U.L Silva Jr., J. Tomasella, P. Schlesinger, L. Solorzano, P. Moutinho, D. Ray & J.G. Benito. 2004. Amazon drought and its implications for forest flammability and tree

growth: A basin-wide analysis. *Global Change Biology* 10(5): 704-712.

[14] Nepstad, D.C., I.M. Tohver, D. Ray, P. Moutinho & G. Cardinot. 2007. Mortality of large trees and lianas following experimental drought in an Amazon forest. *Ecology* 88(9): 2259-2269.

[15] Nepstad, D. C., Stickler, C., Soares-Filho, B. S. & Merry, F. 2008. Interactions among Amazon land use, forests, and climate: Prospects for a near-term forest tipping point. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B*, 363, 1737–1746.

[16] Vasconcelos, S.S., P.M. Fearnside, P.M.L.A. Graça, D.V. Dias & F.W.S. Correia. 2013. Variability of vegetation fires with rain and deforestation in Brazil's state of Amazonas. *Remote Sensing of Environment* 136: 199-209.

[17] Vasconcelos, S.S., P.M. Fearnside, P.M.L.A. Graça, E.M. Nogueira, L.C. de Oliveira & E.O. Figueiredo. 2013. Forest fires in southwestern Brazilian Amazonia: Estimates of area and potential carbon emissions. *Forest Ecology and Management* 291: 199-208. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.11.044>

[18] Vasconcelos, S.S.; P.M. Fearnside, P.M.L.A. Graça, P.R. Teixeira-Silva & D.V. Dias. 2015. Suscetibilidade ao fogo da vegetação do sul Amazonas sob condições meteorológicas atípicas durante a seca de 2005. *Revista Brasileira de Meteorologia* 30(2): 134-144.

[19] Berenguer, E.; Ferreira, J.; Gardner, T.A.; Aragão, L.E.O.C.; de Camargo, P.B.; Cerri, C.E.; Durigan, M.; de Oliveira Junior, R.C.; Vieira, I.C.G. & Barlow, J. 2014. A Large-Scale Field Assessment of Carbon Stocks in Human-Modified Tropical Forests. *Global Change Biology*.

[20] Cochrane, M.A. 2003. Fire science for rainforests. *Nature* 421: 913-919.

[21] As pesquisas do autor são financiadas exclusivamente por fontes acadêmicas: Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq: proc. 305880/2007-1; 5-575853/2008 304020/2010-9; 573810/2008-7), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM: proc. 708565) e Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA: PRJ15.125). Este trabalho foi apresentado no Fourth International Conference of Literature and Environment: II Biennial Conference of ASLE-Brasil “*The Demise of Nature: Narratives of Water and Forests in the Anthropocene*”, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 04-07 de junho de 2018.

Ativista ambiental do Greenpeace observa desmatamento na Gleba Equador, em Rorainópolis, Roraima.

(Foto: Alberto César Araújo)

Leia os artigos anteriores desta série:

[Amazônia e o Aquecimento Global: 1 – Resumo da Série](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global: 2 – Negadores do clima](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global: 3 – Impactos na Amazônia](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global 4 – O Relatório Suprimido](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global: 5 – Secas](#)

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 e também coordena o INCT (Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia) dos Serviços Ambientais da Amazônia. Recebeu o Prêmio Nobel da Paz pelo Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas (IPCC), em 2007. Tem mais de 500 publicações científicas e mais de 200 textos de divulgação de sua autoria [que estão disponíveis aqui](#).



Amazônia e o Aquecimento Global: 7 – A Modelagem Está Correta?



Philip Martin Fearnside | 15/01/2019 às 18:12

A modelagem da mudança climática futura e de seu impacto na floresta amazônica avançou consideravelmente nas últimas duas décadas. Um modelo do Centro Hadley, do Escritório Meteorológico do Reino Unido, publicado em 2000, indicou uma mortalidade catastrófica da floresta amazônica até 2080 [1, 2]. Os resultados do modelo implicaram a extinção de muitas espécies de árvores da floresta amazônica [3], além de maciças emissões de gases de efeito estufa. No entanto, não é necessário que haja o cenário catastrófico deste modelo para causar perda extrema da floresta amazônica, já que

a maioria dos outros modelos climáticos também mostrou que a Amazônia se tornaria muito mais seca no futuro.

Uma revisão de 15 modelos indicou que substanciais áreas de floresta amazônica seriam substituídas por vegetação não florestal, tais como savanas [4]. Este efeito das mudanças climáticas globais seria ainda mais impactado pela redução das chuvas devido ao desmatamento [5, 6].

Um modelo climático mais recente do mesmo grupo de modelagem do Hadley Center mostrou muito menos mortalidade florestal na Amazônia [7, 8]. A redução da mortalidade florestal é, em grande parte, o resultado da inclusão do efeito de níveis mais altos de CO_2 atmosférico. Com mais CO_2 , as árvores podem crescer mais rapidamente e são mais resistentes à seca. Eles também precisam de menos água porque eles parcialmente fecham seus estômatos – os pequenos orifícios em suas folhas através dos quais o vapor de água é perdido para a atmosfera quando a planta está capturando o CO_2 necessário para a fotossíntese.

Infelizmente, a boa notícia da redução da mortalidade florestal nas simulações do modelo mais recente não significa que a Amazônia esteja protegida contra a grande perda de florestas devido à mudança climática. Isso ocorre porque alguns dos principais fatores negativos do sistema florestal real são omitidos do modelo. Um fator é incêndios florestais, que podem aumentar em um clima mais quente e seco e que mata as árvores, independentemente de quanto CO_2 há na atmosfera. Outro é o efeito das lianas – as grandes trepadeiras que sobem nas árvores da floresta.

As lianas se beneficiam mais do aumento do CO_2 atmosférico do que as árvores e também são beneficiadas pelas condições climáticas mais secas [9]. Um aumento no número de lianas já foi medido em parcelas florestais monitoradas perto de Manaus, na Amazônia central [10]. O aumento de lianas é maior próximo às bordas da floresta, onde o microclima é mais seco do que no interior da floresta [11] (Figura 11).

Este tipo de secagem está previsto para ocorrer em toda a floresta amazônica sob as mudanças climáticas projetadas. As lianas retardam

o crescimento das árvores e podem matar árvores quando a carga delas se torna muito grande. Em outras palavras, a floresta amazônica ainda está em risco mesmo sem a mortalidade catastrófica prevista pelo primeiro modelo do Centro Hadley.

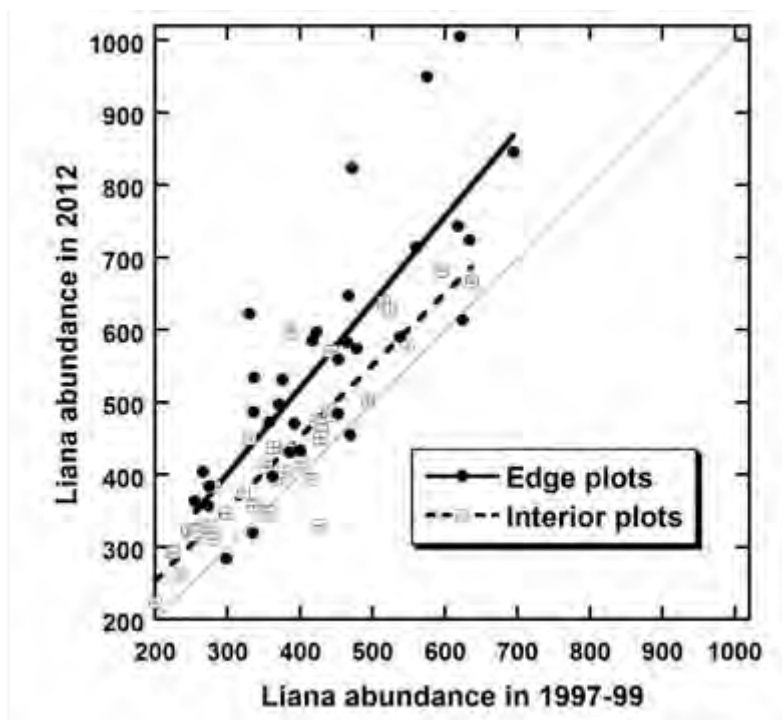


Figura 11 – Abundância de lianas monitoradas no Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais, próximo a Manaus, Amazonas [11]. Cada ponto representa uma parcela de um hectare. Se não houvesse mudança, todos os pontos cairiam na linha diagonal; o fato de que quase todos os pontos estão acima da linha indica que as lianas estão aumentando nesta floresta não perturbada como resultado do aumento do CO₂ atmosférico. As lianas aumentam significativamente mais nas áreas de borda do que no interior da floresta, refletindo o efeito do microclima mais seco perto da margem da floresta.[12]

Notas

[1] Cox, P.M., R.A. Betts, C.D. Jones, S.A. Spall & I.J. Totterdell. 2000. [Acceleration of global warming due to carbon-cycle feedbacks in a coupled climate model](#). *Nature* 408: 184-187.

[2] Cox, P.M., R.A. Betts, M. Collins, P.P. Harris, C. Huntingford & C.D. Jones. 2004. [Amazonian forest dieback under climate-carbon](#)

cycle projections for the 21st century. *Theoretical and Applied Climatology* 78: 137-156,

[3] Miles, L., Grainger, A., & Phillips, O. 2004. The impact of global climate change on tropical biodiversity in Amazonia. *Global Ecology and Biogeography*, 13(6), 553–565.

[4] Salazar, L.F., C.A. Nobre & M.D. Oyama. 2007. Climate change consequences on the biome distribution in tropical South America. *Geophysical Research Letters* 34: art. L09708.

[5] Foley, J.A.; Asner, G.P.; Costa, M.H.; Coe, M.T.; DeFries, R.; Gibbs, H.K.; Howard, E.A.; Olson, S.; Patz, J.; Ramankutty, N.; Snyder, P. 2007. Amazonia revealed: forest degradation and loss of ecosystem goods and services in the Amazon Basin. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5(1): 25-32.

[6] Sampaio, G.; Nobre, C.; Costa, M.H.; Satyamurty, P.; Soares-Filho, B.S.; Cardoso, M. 2007. Regional climate change over eastern Amazonia caused by pasture and soybean cropland expansion. *Geophysical Research Letters*, 34: art. L17709.

[7] Good, P.; Jones, C.; Lowe, J.; Betts, R. & Gedney, N. 2013. Comparing tropical forest projections from two generations of Hadley Centre Earth System models, HadGEM2-ES and HadCM3LC. *Journal of Climate* 26(2): 495-511.

[8] Huntingford, C. & 25 outros. 2013. Simulated resilience of tropical rainforests to CO₂-induced climate change. *Nature Geoscience* 6: 268-273.

[9] Fearnside, P.M. 2013. Vines, CO₂ and Amazon forest dieback. *Nature* [[comentário online](#)].

[10] Laurance, W.F.; Andrade, A.S.; Magrach, A.; Camargo, J.L.C.; Valsko, J.J.; Campbell, M.; Fearnside, P.M.; Edwards, W.; Lovejoy, T.E. & Laurance, S.G. 2014. Long-term changes in liana abundance and forest dynamics in undisturbed Amazonian forests. *Ecology* 95(6): 1604-1611.

[11] Laurance, W.F.; A.S. Andrade, A. Magrach, J.L.C. Camargo, M. Campbell, P.M. Fearnside, W. Edwards, J.J. Valsko, T.E. Lovejoy & S.G. Laurance. 2014. Apparent environmental synergism drives the dynamics of Amazonian forest fragments. *Ecology* 95(11): 3018-3026.

[12] As pesquisas do autor são financiadas exclusivamente por fontes acadêmicas: Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq: proc. 305880/2007-1; 5-575853/2008 304020/2010-9; 573810/2008-7), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM: proc. 708565) e Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA: PRJ15.125). Este trabalho foi apresentado no Fourth International Conference of Literature and Environment: II Biennial Conference of ASLE-Brasil “*The Demise of Nature: Narratives of Water and Forests in the Anthropocene*”, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 04-07 de junho de 2018.

A foto que abre este artigo é de autoria de Daniel Beltrá (Greenpeace).

Leia os artigos anteriores desta série:

[Amazônia e o Aquecimento Global: 1 – Resumo da Série](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global: 2 – Negadores do clima](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global: 3 – Impactos na Amazônia](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global 4 – O Relatório Suprimido](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global: 5 – Secas](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global: 6 – Mortalidade da Floresta](#)

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 e também coordena o INCT (Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia) dos Serviços Ambientais da Amazônia. Recebeu o Prêmio Nobel da Paz pelo Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas (IPCC), em 2007. Tem mais de 500 publicações científicas e mais de 200 textos de divulgação de sua autoria [que estão disponíveis aqui](#).



Amazônia e o Aquecimento Global: 8 – Efeito Estufa Descontrolado



Philip Martin Fearnside | 21/01/2019 às 19:36

A Floresta Amazônica contém um grande estoque de carbono, tanto na biomassa quanto no solo sob a floresta (Tabela 1)[1, 2]. Este carbono pode ser liberado para a atmosfera não apenas por ação deliberada através do desmatamento e extração de madeira, mas também por processos de degeneração causados por mudanças climáticas e incêndios florestais.

A liberação potencial de carbono dessa forma representa uma grande preocupação, porque a adição ao CO₂ atmosférico tornaria o aumento da temperatura global mais difícil controlar. A fim de manter a temperatura média global abaixo de um limite estabelecido, como o limite acordado no Acordo de Paris de 2015, alguém precisa mitigar todas as emissões aumentadas, independentemente de serem ou não de ação humana deliberada.

O perigo é que um “efeito estufa descontrolado” (“*runaway greenhouse*”) possa ocorrer, onde a Terra se aquece, independentemente das tentativas humanas de mitigar as emissões. Se o total que está sendo emitido pelo aquecimento dos solos, aquecimento das turfas congeladas (*permafrost*), incêndios florestais e outras fontes não deliberadas esteja mais do que a quantidade que é deliberadamente emitido (e, portanto, poderia ser interrompido), então a temperatura e as emissões continuarão a subir, mesmo se os humanos não queimarem mais combustível fóssil e não cortarem mais árvores.

A quantidade deliberadamente emitida pela sociedade humana em 2010, principalmente pela queima de combustíveis fósseis e o desmatamento, foi equivalente a apenas 14,2 bilhões de toneladas (ou petagramas = Pg) de carbono ([4], p. 46).[5]

Tabela 1. Estoques de Carbono na Panamazônia em 2013

	PgC
Vegetação	
Amazônia Legal brasileira	58,6^a
Restante da Panamazônia	~ 20^b
Solos	
0-20 cm	33,8^c
20-100 cm	59,1^c
100-800 cm	251,1^c

1. [1]
2. Considerando biomassa por hectare do Brasil.
3. c) Baseado em ([3], p. 1418).

Notas

[1] Nogueira, E.M.; Yanai, A.M.; Fonseca, F.O.R.; Fearnside, P.M. 2015. Carbon stock loss from deforestation through 2013 in Brazilian Amazonia. *Global Change Biology* 21: 1271–1292.

[2] Fearnside, P.M. 2018. Brazil's Amazonian forest carbon: The key to Southern Amazonia's significance for global climate. *Regional Environmental Change*. 18(1): 47-61.

[3] Quesada, C.A.; Lloyd, J.; Anderson, L.O.; Fyllas, N.M.; Schwarz, M. & Czimczik, C.I. 2011. Soils of Amazonia with particular reference to the RAINFOR sites. *Biogeosciences* 8: 1415–1440.

[4] IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2014. *Climate Change 2014: Synthesis Report Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. R.K. Pachauri & L.A. Meyer (Eds.). IPCC, Geneva, Suíça, 151 p.

[5] As pesquisas do autor são financiadas exclusivamente por fontes acadêmicas: Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq: proc. 305880/2007-1; 5-575853/2008 304020/2010-9; 573810/2008-7), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM: proc. 708565) e Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA: PRJ15.125). Este trabalho foi apresentado no Fourth International Conference of Literature and Environment: II Biennial Conference of ASLE-Brasil “*The Demise of Nature: Narratives of Water and Forests in the Anthropocene*”, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 04-07 de junho de 2018.

A foto que abre este artigo é de um incêndio florestal na Amazônia

(Daniel Beltrá/Greenpeace)

Leia os artigos anteriores desta série:

[Amazônia e o Aquecimento Global: 1 – Resumo da Série](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global: 2 – Negadores do clima](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global: 3 – Impactos na Amazônia](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global 4 – O Relatório Suprimido](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global: 5 – Secas](#)

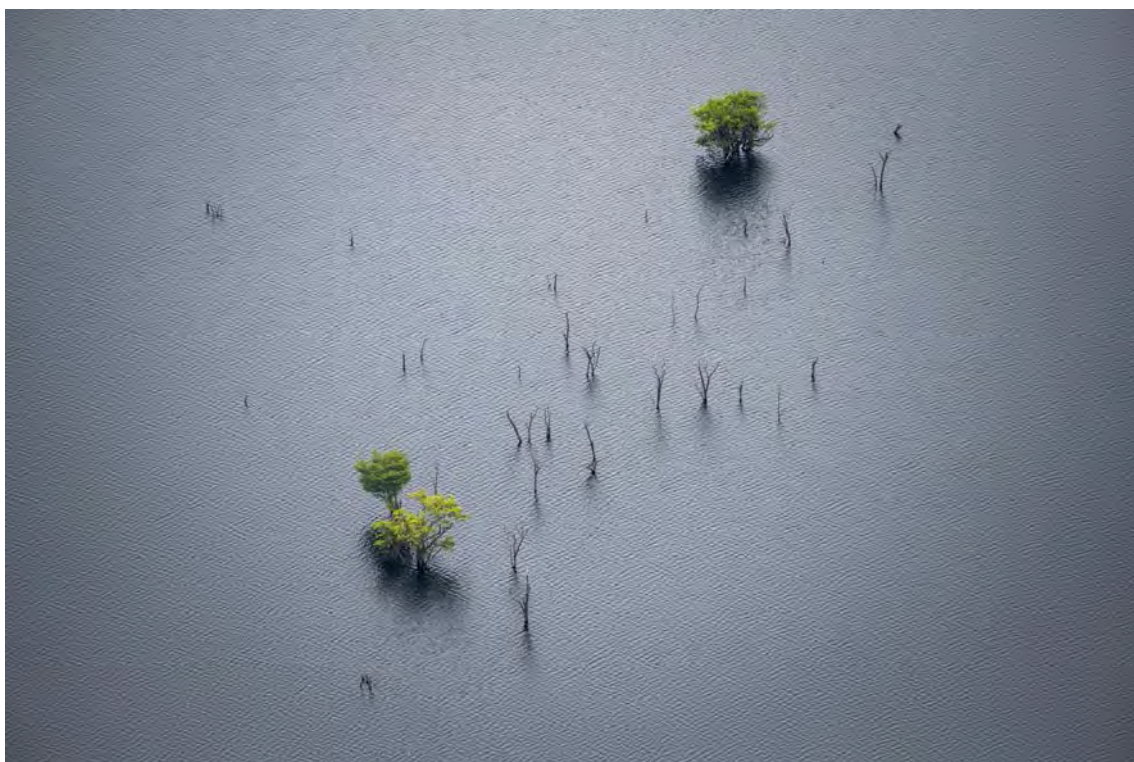
[Amazônia e o Aquecimento Global: 6 – Mortalidade da Floresta](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global: 7 – A Modelagem Está Correta?](#)

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 e também coordena o INCT (Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia) dos Serviços Ambientais da Amazônia. Recebeu o Prêmio Nobel da Paz pelo Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas (IPCC), em 2007. Tem mais de 500 publicações científicas e mais de 200 textos de divulgação de sua autoria [que estão disponíveis aqui](#).



Amazônia e o Aquecimento Global: 9 – Ciclagem de Água



Philip Martin Fearnside | 28/01/2019 às 17:48

A floresta amazônica do Brasil recicla a água, que é essencial para manter a própria floresta amazônica. A água reciclada pela evapotranspiração também é essencial para manter a chuva em outras partes do Brasil e em países vizinhos, como a Argentina. Os ventos prevalecentes na Amazônia sopram de leste a oeste devido à rotação da Terra, trazendo vapor de água que evaporou do Oceano Atlântico.

Parte dessa água reciclada cai como a chuva outras vezes, à medida que é levada pelos ventos. Especialmente em dezembro, janeiro e fevereiro (estação chuvosa no sudeste do Brasil) os ventos não

conseguem cruzar a Cordilheira dos Andes e virarem para o sul para transportar vapor de água até o sudeste do Brasil (Figura 12).

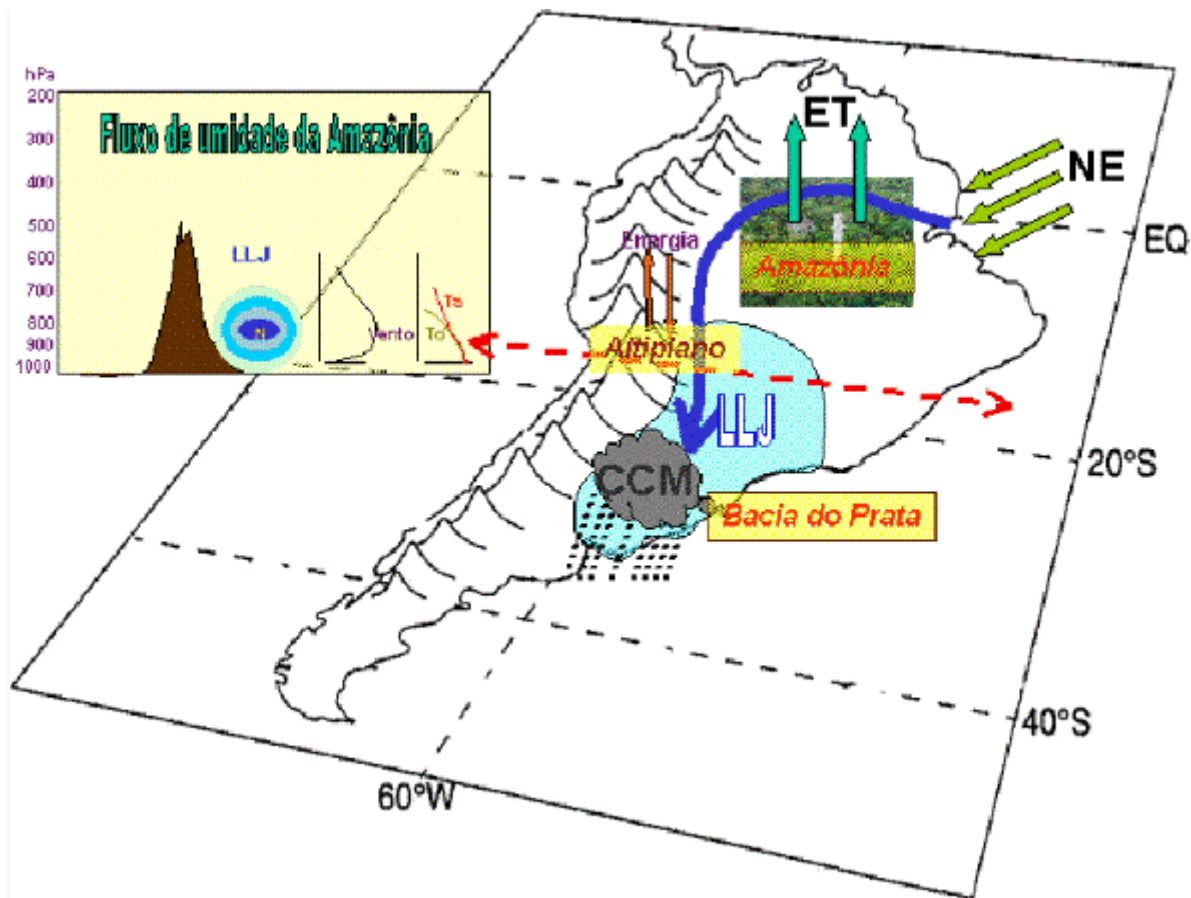


Figura 12 – Diagrama dos ventos de jato de baixo nível (LLJ) que transportam vapor de água da Amazônia para o sudeste do Brasil e para os países vizinhos [1]. A evapotranspiração (ET) da floresta amazônica é essencial para fornecer vapor de água que é transportado dessa maneira.

Anualmente, aproximadamente a metade da água que entra na região amazônica a partir do Atlântico faz essa curva para o sul (Figura 13). Quando os ventos de jato de baixo nível (LLJ) chegam às montanhas costeiras, por exemplo, no estado de Minas Gerais, a água cai como chuva, o que alimenta os dois principais sistemas fluviais: o Paraná/La Plata e o São Francisco.

Essas são as principais fontes de energia hidrelétrica e de água para irrigação e para o consumo urbano em São Paulo e outras grandes cidades. São Paulo já sofreu com severa escassez de água nos últimos anos.

Se a Amazônia for desmatada, essa água não será mais reciclada e, em vez disso, fluirá pelo rio Amazonas [2-4]. [6]

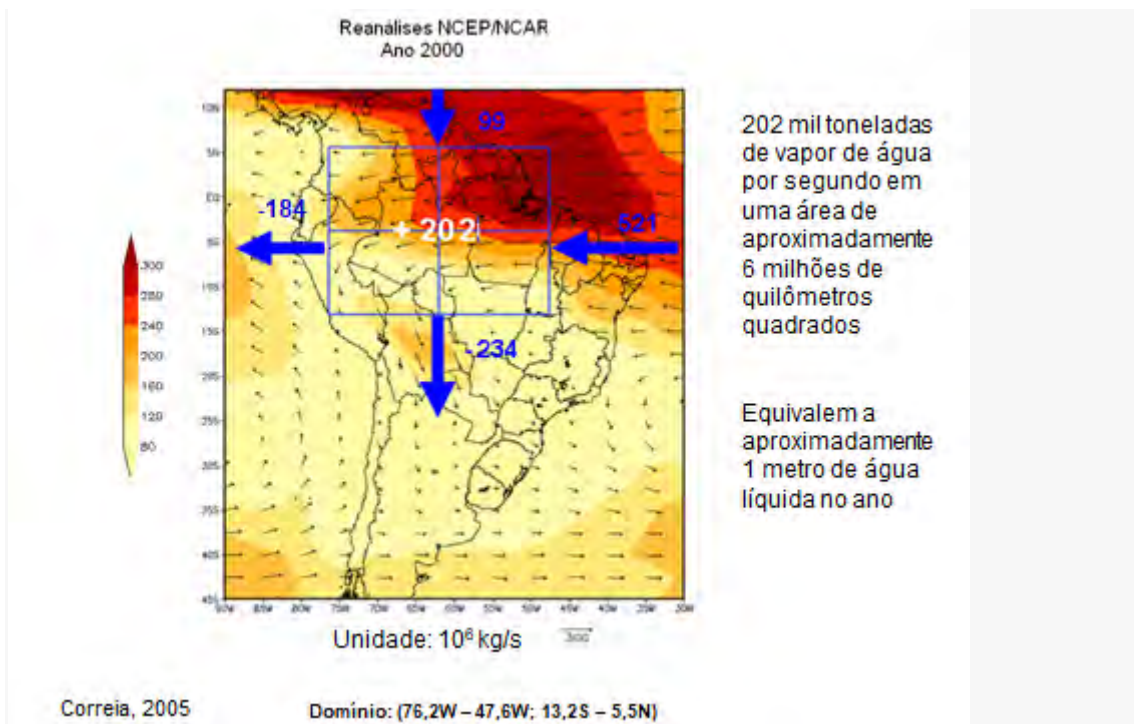


Figura 13 – Balanço anual de vapor d'água sobre a Amazônia [5]. Cerca de metade do vapor de água que entra na região a partir do Oceano Atlântico é transportada para o sul, onde é uma fonte essencial de chuvas para o sudeste do Brasil.

Notas

[1] Vera, C., J. Baez, M. Douglas, C. B. Emmanuel, J. Marengo, J. Meitin, M. Nicolini, J. Nogues-Paegle, J. Paegle, O. Penalba, P. Salio, C. Saulo, M. A. Silva Dias, P. Silva Dias & E. Zipser. 2006. The South American low-level jet experiment. *Bulletin of the American Meteorological Society* 87(1): 63-77.

[2] Correia, F. W. S.; Alvalá, R.C.S.; Manzi, A.O. 2006. Impacto das modificações da cobertura vegetal no balanço de água na Amazônia: um estudo com modelo de circulação geral da atmosfera (MCGA). *Revista Brasileira de Meteorologia* 21(3a): 153-167.

[3] Fearnside, P.M. 2004. A água de São Paulo e a floresta amazônica. *Ciência Hoje* 34(203): 63-65.

[4] Fearnside, P.M. 2015b. Rios voadores e a água de São Paulo. *Amazônia Real* 09 de fevereiro – 09 de março de 2015.

[5] Correia, F.W.S. 2005. *Modelagem do Impacto de Modificações da Cobertura Vegetal Amazônica no Clima Regional*. Tese de Doutorado em Meteorologia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, SP.

[6] As pesquisas do autor são financiadas exclusivamente por fontes acadêmicas: Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq: proc. 305880/2007-1; 5-575853/2008 304020/2010-9; 573810/2008-7), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM: proc. 708565) e Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA: PRJ15.125). Este trabalho foi apresentado no Fourth International Conference of Literature and Environment: II Biennial Conference of ASLE-Brasil “*The Demise of Nature: Narratives of Water and Forests in the Anthropocene*”, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 04-07 de junho de 2018.

A foto que abre este artigo é do impacto da florestal inundada na Amazônia

(Daniel Beltrá/Greenpeace)

Leia os artigos anteriores desta série:

[Amazônia e o Aquecimento Global: 1 – Resumo da Série](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global: 2 – Negadores do clima](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global: 3 – Impactos na Amazônia](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global 4 – O Relatório Suprimido](#)

Amazônia e o Aquecimento Global: 5 – Secas

Amazônia e o Aquecimento Global: 6 – Mortalidade da Floresta

Amazônia e o Aquecimento Global: 7 – A Modelagem Está Correta?

Amazônia e o Aquecimento Global: 8 – Efeito Estufa Descontrolado

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 e também coordena o INCT (Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia) dos Serviços Ambientais da Amazônia. Recebeu o Prêmio Nobel da Paz pelo Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas (IPCC), em 2007. Tem mais de 500 publicações científicas e mais de 200 textos de divulgação de sua autoria [que estão disponíveis aqui](#).



Amazônia e o Aquecimento Global: 10 – Mitigação



Philip Martin Fearnside | 04/02/2019 às 16:39

REDD

A Amazônia não é apenas uma vítima do aquecimento global e uma fonte de emissões de gases de efeito estufa, mas também o palco de grandes iniciativas e controvérsias relacionadas à mitigação da mudança climática. “Mitigação” refere-se a esforços para prevenir ou reduzir o aquecimento global, diferentemente de “adaptação”, que se refere a ajustes para diminuir os impactos do aumento da temperatura sem impedir o próprio aumento. O potencial de mitigação existe porque a Amazônia tem atualmente significativas emissões de gases

de efeito estufa e um potencial de emissão muito maior se, por exemplo, as vastas áreas de floresta remanescente forem convertidas em pecuária e agricultura.

Esforços para evitar o desmatamento na Amazônia têm sido discutidos como um meio de reduzir as emissões de gases de efeito estufa (ver [1-4]). O que existe hoje são dois mercados para “REDD”, ou Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação [da floresta], ou REDD +, que adiciona a opção de aumentar os estoques de carbono florestal, por exemplo, plantando árvores. Uma opção é um mercado voluntário, onde os projetos podem vender benefícios de carbono, geralmente para empresas que podem alegar que seus produtos são “verdes” porque suas emissões foram compensadas. O outro mercado é o oficial sob a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC). Embora a inclusão de REDD + neste mercado tenha sido acordada, as negociações continuam sobre como isso funcionará. O mercado oficial tem o potencial de produzir crédito de carbono que é “fungível”, isto é, crédito representando reduções de emissões que podem ser usadas para satisfazer os compromissos assumidos na Convenção pelo país comprador. A proposta de REDD do Brasil é para doações a um fundo (o Fundo Amazônia) que não geraria crédito de carbono fungível [5].

As questões sobre se e como deve ser recompensada a redução das emissões florestais na Amazônia têm gerado uma grande quantidade de controvérsias em diferentes períodos no tempo [2, 6]. Os benefícios potenciais de um mecanismo institucional eficaz para recompensar esse serviço ambiental seriam vantagens para o clima, para o Brasil e para o povo da Amazônia [7, 8]. O modo como os benefícios são calculados tem muito mais efeito sobre os benefícios climáticos e as recompensas financeiras do que as incertezas físicas, tais como as que cercam as estimativas da biomassa florestal ou das taxas de desmatamento [9, 10].



Comunitários participam do plantio das áreas, desde o planejamento até a manutenção no Projeto de Carbono Neutro na RDS Uatumã (Foto: Eduardo Zappia/Idesam)

Um dos maiores problemas é que é fácil distorcer ou manipular a “linha de base”, contra a qual os projetos de carbono comparam as emissões reais para calcular os benefícios. A linha de base representa um cenário de referência hipotético (contrafactual) que representa o que aconteceria se o projeto de mitigação não tivesse ocorrido. O projeto Juma, que é o primeiro projeto voluntário de REDD a evitar o desmatamento na Amazônia, ilustra como a linha de base pode exagerar as reivindicações de emissões evitadas [11]. Outro projeto voluntário de REDD, o Projeto Carbono Florestal Suruí, ilustra como as linhas de base podem ser desenvolvidas sem esse tipo de viés [12].

Um problema adicional é o “vazamento”, ou os benefícios climáticos sendo prejudicados pela atividade emissora, como o desmatamento, simplesmente mudando para um local fora da área do projeto [13, 14]. O efeito que isso tem sobre os benefícios climáticos depende principalmente do valor atribuído ao tempo [15]. Isso também é verdade para a questão da “permanência”, ou quanto tempo o carbono da floresta é mantido fora da atmosfera. Existem meios para ajustar pela natureza temporária do carbono florestal [16]. Ajustes por incerteza também podem ser feitos, o que implica em *tradeoffs* importantes em termos de maximizar os benefícios climáticos [17].

Barragens



A barragem da Usina Hidrelétrica de Belo Monte no rio Xingu (Foto: Lilo Clareto/Amazônia Real)

A Amazônia está no centro de outro modo de mitigação altamente controverso: o crédito de carbono para represas hidrelétricas. As barragens brasileiras têm sido grandes recipientes de crédito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, do Protocolo de Quioto. Infelizmente, as represas amazônicas têm significativas emissões de gases de efeito estufa, particularmente de metano [18]. Os regulamentos que regem o crédito de carbono para as barragens foram fortemente influenciados pelos interesses da energia hidrelétrica e exageraram muito os benefícios desses projetos [19]. Mais importante ainda, as barragens são construídas por razões não relacionadas à obtenção de créditos de carbono, e não são “adicionais” no espírito do Protocolo de Quioto. Já que essas represas seriam construídas de qualquer maneira sem o subsídio dos projetos de carbono, o crédito que elas geram permite que os países compradores emitam gases de efeito estufa sem uma compensação real para neutralizar seu impacto, contribuindo assim para um aquecimento global maior [20-22].[23]

Notas

- [1] Fearnside, P.M. 1999. Forests and global warming mitigation in Brazil: Opportunities in the Brazilian forest sector for responses to global warming under the “Clean Development Mechanism. *Biomass and Bioenergy* 16(3): 171-189.
- [2] Fearnside, P.M. 2001. Effects of land use and forest management on the carbon cycle in the Brazilian Amazon. *Journal of Sustainable Forestry* 12(1-2): 79-97.
- [3] Fearnside, P.M. 2001. The potential of Brazil’s forest sector for mitigating global warming under the Kyoto Protocol. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 6(3-4): 355-372.
- [4] Fearnside, P.M. 2006. Mitigation of climatic change in the Amazon. p. 353-375 In: W.F. Laurance & C.A. Peres (eds.) *Emerging Threats to Tropical Forests*. University of Chicago Press, Chicago, Illinois, E.U.A. 563 p.
- [5] Brasil, MMA (Ministério do Meio Ambiente). 2009. The Brazilian Redd Strategy. MMA, Brasília, DF. 29 p.
- [6] Fearnside, P.M. 2012. Brazil’s Amazon forest in mitigating global warming: Unresolved controversies. *Climate Policy* 12(1): 70-81.
- [7] Fearnside, P.M. 1997. Environmental services as a strategy for sustainable development in rural Amazonia. *Ecological Economics* 20(1): 53-70.
- [8] Fearnside, P.M. 2008. Amazon forest maintenance as a source of environmental services. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 80(1): 101-114.
- [9] Fearnside, P.M. 2012. The theoretical battlefield: Accounting for the climate benefits of maintaining Brazil’s Amazon forest. *Carbon Management* 3(2): 145-148.
- [10] Fearnside, P.M. 2013. What is at stake for Brazilian Amazonia in the climate negotiations. *Climatic Change* 118(3): 509-519.

- [11] Yanai, A.M.; P.M. Fearnside, P.M.L.A. Graça & E.M. Nogueira. 2012. Avoided deforestation in Brazilian Amazonia: Simulating the effect of the Juma Sustainable Development Reserve. *Forest Ecology and Management* 282: 78-91.
- [12] Vitel, C.S.M.N., G.C. Carrero, M.C. Cenamo, M. Leroy, P.M.L.A. Graça & P.M. Fearnside. 2013. Land-use change modeling in a Brazilian indigenous reserve: Construction a reference scenario for the Suruí REDD project. *Human Ecology* 41(6): 807-826.
- [13] Fearnside, P.M. 1995. Global warming response options in Brazil's forest sector: Comparison of project-level costs and benefits. *Biomass and Bioenergy* 8(5): 309-322.
- [14] Schlamadinger, B., Johns, T., Cicccarese, L., Braun, M., Sato, A., Senyaz, A., Stephens, P., Takahashi, M., Zhang, X. 2007. Options for including land use in a climate agreement post-2012: improving the Kyoto Protocol approach. *Environmental Science & Policy* 10: 295–305.
- [15] Fearnside, P.M. 2009. Carbon benefits from Amazonian forest reserves: Leakage accounting and the value of time. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* **14(6)**: 557-567.
- [16] Fearnside, P.M., D.A. Lashof & P. Moura-Costa. 2000. Accounting for time in mitigating global warming through land-use change and forestry. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 5(3): 239-270.
- [17] Fearnside, P.M. 2000. Uncertainty in land-use change and forestry sector mitigation options for global warming: Plantation silviculture versus avoided deforestation. *Biomass and Bioenergy* 18(6): 457-468.
- [18] Fearnside, P.M. 2016. Greenhouse gas emissions from hydroelectric dams in tropical forests. p. 428-438 In: J. Lehr & J. Keeley (eds.) *Alternative Energy and Shale Gas Encyclopedia*. John Wiley & Sons Publishers, New York, E.U.A. 912 p.

[19] Fearnside, P.M. 2015. Emissions from tropical hydropower and the IPCC. *Environmental Science & Policy* 50: 225-239.

[20] Fearnside, P.M. 2013. What is at stake for Brazilian Amazonia in the climate negotiations. *Climatic Change* 118(3): 509-519.

[21] Fearnside, P.M. 2013. Credit for climate mitigation by Amazonian dams: Loopholes and impacts illustrated by Brazil's Jirau Hydroelectric Project. *Carbon Management* 4(6): 681-696.

[22] Fearnside, P.M. 2015. Tropical hydropower in the Clean Development Mechanism: Brazil's Santo Antônio Dam as an example of the need for change. *Climatic Change* 131(4): 575-589.

[23] As pesquisas do autor são financiadas exclusivamente por fontes acadêmicas: Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq: proc. 305880/2007-1; 5-575853/2008 304020/2010-9; 573810/2008-7), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM: proc. 708565) e Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA: PRJ15.125). Este trabalho foi apresentado no Fourth International Conference of Literature and Environment: II Biennial Conference of ASLE-Brasil “*The Demise of Nature: Narratives of Water and Forests in the Anthropocene*”, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 04-07 de junho de 2018.

Leia os artigos anteriores desta série:

[Amazônia e o Aquecimento Global: 1 – Resumo da Série](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global: 2 – Negadores do clima](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global: 3 – Impactos na Amazônia](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global 4 – O Relatório Suprimido](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global: 5 – Secas](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global: 6 – Mortalidade da Floresta](#)

Amazônia e o Aquecimento Global: 7 – A Modelagem Está Correta?

Amazônia e o Aquecimento Global: 8 – Efeito Estufa Descontrolado

Amazônia e o Aquecimento Global: 9 – Ciclagem de Água

A fotografia em destaque que abre este artigo é de autoria de Paulo Pereira/Greenpeace

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 e também coordena o INCT (Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia) dos Serviços Ambientais da Amazônia. Recebeu o Prêmio Nobel da Paz pelo Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas (IPCC), em 2007. Tem mais de 500 publicações científicas e mais de 200 textos de divulgação de sua autoria [que estão disponíveis aqui](#).

<http://amazoniareal.com.br/amazonia-e-o-aquecimento-global-11-pontos-de-desequilibrio-para-floresta-amazonica/>



Amazônia e o Aquecimento Global: 11 –“Pontos de desequilíbrio” para floresta amazônica



Philip Martin Fearnside | 11/02/2019 às 20:07

A existência de “pontos de desequilíbrio”, ou “*tipping points*” para a floresta amazônica representa uma grande preocupação. O princípio está ilustrado pelo gráfico na Figura 12, do quarto relatório do IPCC. Aqui um “forçante”, ou “*forcing*” que estressa a floresta, por exemplo, o aumento da temperatura, diminuição da chuva, aumento da duração da época seca, ou aumento da área desmatada.

A floresta responde aguentando o stress até certo ponto, e depois passa para outro equilíbrio, por exemplo, se transformando uma savana. Mais tarde, mesmo se o stress for removido, a área pode não voltar a ser floresta, permanecendo na nova vegetação de equilíbrio.

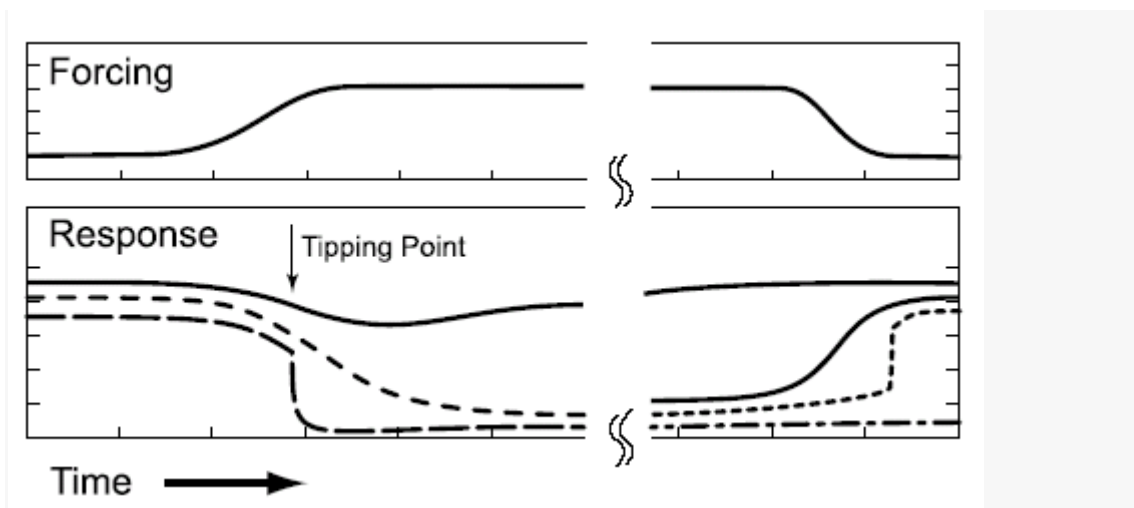


Figura 12. Ilustração de um “ponto de desequilíbrio”, ou “tipping point” ([1], p. 775).

Um estudo publicado em 2007 por Gilvan Sampaio e coautores (do grupo de pesquisa de Carlos Nobre) indica que se o desmatamento fosse passar de 40% da área de floresta implica em uma queda abrupta na precipitação durante a época seca [2]. Isto foi considerado uma indicação de que 40% pode representar um ponto de desequilíbrio para a floresta em termos de desmatamento.

Outro estudo em 2007, liderado pelo Luís Salazar, do mesmo grupo de pesquisa, testou as previsões de 15 modelos climáticas no que diz respeito à época seca na Amazônia até 2100, e concluiu que há grande concordância de que a parte sul da Amazônia brasileira se transformaria em savana, e que vários modelos (não apenas o modelo mais catastrófico, do Centro Hadley) implicavam na metade Amazônia, de Manaus para leste, se transformando em savana [3]. Esta “savana” seria algo semelhante ao Cerrado em termos de biomassa, embora não em termos de biodiversidade.

Em janeiro de 2018, o Thomas Lovejoy e Carlos Nobre publicaram um editorial na revista *Science Advances* em que sugeriram que o ponto de desequilíbrio para manter a floresta amazônica, em termos de desmatamento, seria de aproximadamente 20% da área desmatada

[4]. Isto representa uma mudança séria em relação à expectativa em 2007 de que até 40% da área poderia ser desmatada. O valor de 20% é essencialmente onde estamos hoje, com 19,5% da floresta amazônica brasileira desmatada até agosto de 2018 [5].[6]

Notas

[1] Meehl, G.A. & 90 outros. 2007. Global Climate Projections. p. 747-845. In: S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor & H.L. Miller, (eds.), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido, 996 p.

[2] Sampaio, G., Nobre, C., Costa, M.H., Satyamurty, P., Soares-Filho, B.S. & Cardoso, M. 2007. Regional climate change over eastern Amazonia caused by pasture and soybean cropland expansion. *Geophysical Research Letters* 34: art. L17709.

[3] Salazar, L.F., Nobre, C.A. & Oyama, M.D. 2007. Climate change consequences on the biome distribution in tropical South America. *Geophysical Research Letters* 34: art. L09708.

[4] Lovejoy, T.E. & Nobre, C., 2018. Amazon tipping point. *Science Advances* 4(2): art. eaat2340.

[5] INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). 2018. Projeto PRODES: Monitoramento da floresta amazônica brasileira por satélite.

[6] As pesquisas do autor são financiadas exclusivamente por fontes acadêmicas: Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq: proc. 305880/2007-1; 5-575853/2008 304020/2010-9; 573810/2008-7), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM: proc. 708565) e Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA: PRJ15.125). Uma versão anterior deste trabalho foi apresentada no Fourth International Conference of Literature and Environment: II Biennial Conference of ASLE-Brasil

“The Demise of Nature: Narratives of Water and Forests in the Anthropocene”, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 04-07 de junho de 2018.

A fotografia em destaque que abre este artigo é de autoria de Daniel Beltrá/Greenpeace

Leia os artigos anteriores desta série:

[Amazônia e o Aquecimento Global: 1 – Resumo da Série](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global: 2 – Negadores do clima](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global: 3 – Impactos na Amazônia](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global 4 – O Relatório Suprimido](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global: 5 – Secas](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global: 6 – Mortalidade da Floresta](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global: 7 – A Modelagem Está Correta?](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global: 8 – Efeito Estufa Descontrolado](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global: 9 – Ciclagem de Água](#)

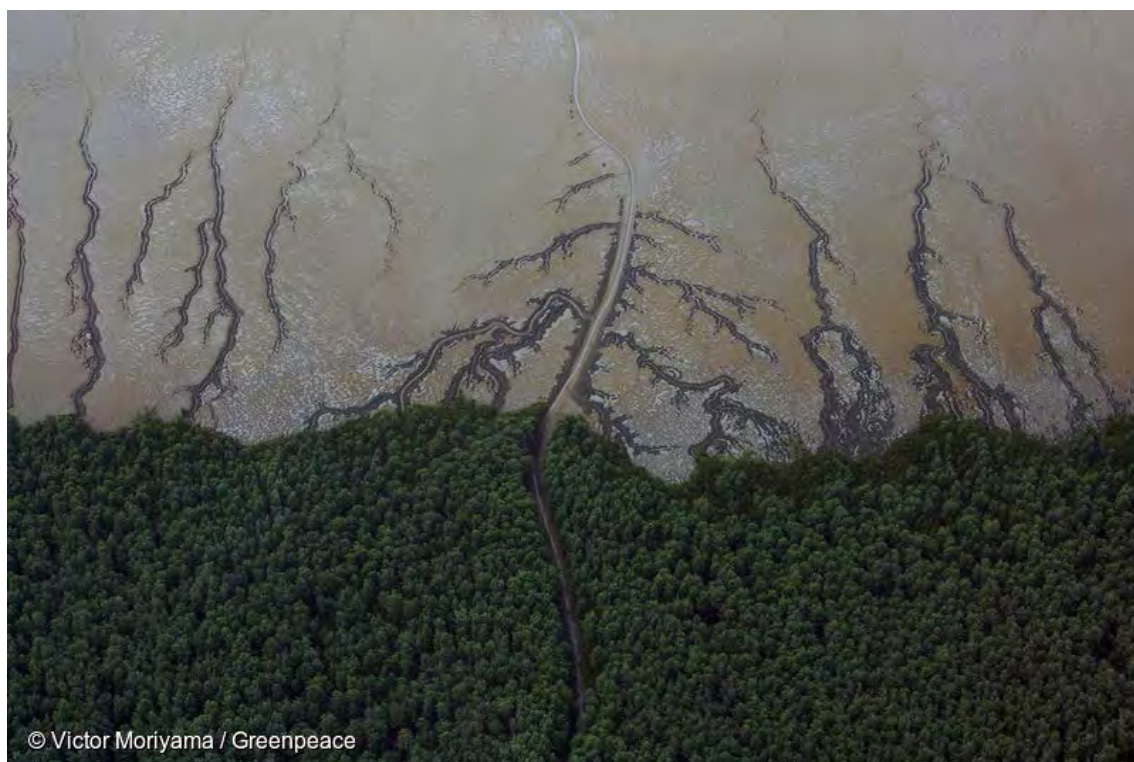
[Amazônia e o Aquecimento Global: 10 – Mitigação](#)

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 e também coordena o INCT (Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia) dos Serviços Ambientais da Amazônia. Recebeu o Prêmio Nobel da Paz pelo Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas (IPCC), em 2007. Tem mais de 500 publicações científicas e mais de 200 textos de divulgação de sua autoria [que estão disponíveis aqui](#).

<http://amazoniareal.com.br/amazonia-e-o-aquecimento-global-12-floresta-amazonica-virando-caatinga/>



Amazônia e o Aquecimento Global: 12 – Floresta amazônica virando Caatinga!



Philip Martin Fearnside | 21/02/2019 às 18:55

Em 2018, um trabalho liderado pelo Gilvan Sampaio, do grupo de pesquisa de Carlos Nobre (que é conhecido por sempre ser muito cauteloso), avaliou os diferentes cenários climáticos gerados pelo IPCC (a partir do conjunto CMIP5 de modelos climáticos) em termos do aumento da temperatura média em 4°C na Amazônia [1]. As

tendências atuais indicam chegar a um aumento de 4°C na região entre 2060 e 2070.

Na análise, a temperatura ia subir em 4°C e depois ficar permanentemente fixa neste nível de aquecimento, o que é uma presunção muito otimista, sendo que os modelos indicam a continuação do aumento da temperatura. A vegetação em equilíbrio é mostrada na Figura 13. O painel a esquerda mostra os biomas na América do Sul hoje, com a floresta amazônica em verde, o Cerrado em cor-de-rosa e o Caatinga em vermelho. O painel no lado direito mostra o cenário 8.5, que é o cenário mais provável a acontecer (aproximadamente “negócios como sempre”).

Neste cenário, a Amazônia brasileira se transforma não em Cerrado, mas em Caatinga! A transformação da vegetação não seria imediata ao chegar aos 4°C de aumento, mas ao longo dos anos a vegetação se ajustaria para este novo equilíbrio.

Os mecanismos para a transformação da vegetação amazônica ao passar de um ou mais pontos de desequilíbrio são conhecidos (e.g., [2-9]). [10]

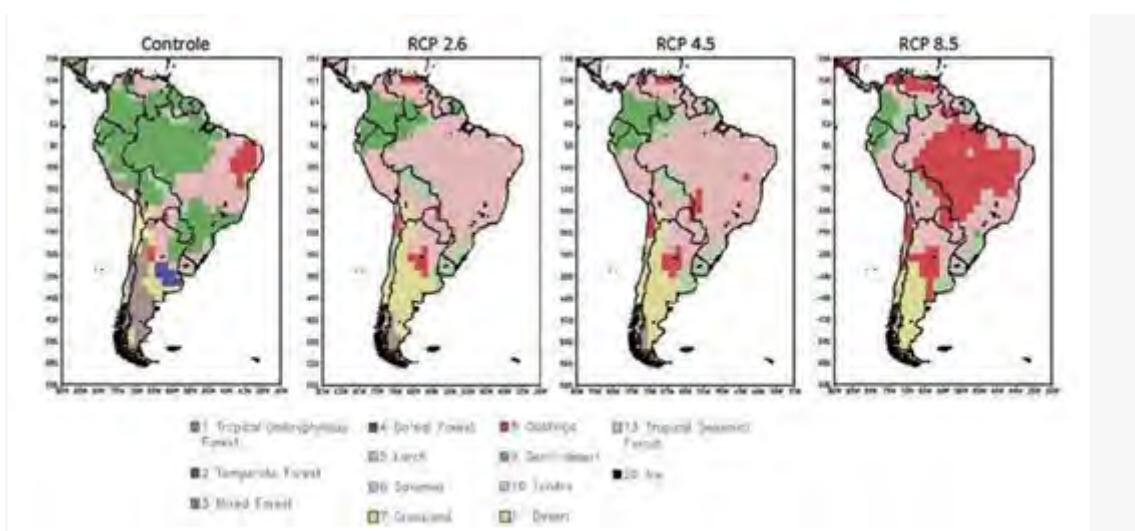


Figura 13. Distribuição em equilíbrio dos biomas na América do Sul estimados com o modelo de vegetação potencial CPTEC-PVM2 por Gilvan Sampaio e colegas [1]. A vegetação atual é indicada pelo painel “control”, a esquerda, e os outros painéis mostram o resultado de cenários de emissões futuras usados no Quinto Relatório de Avaliação do IPCC, o cenário 8.5, no último painel à direita, sendo o mais provável

seguindo as tendências atuais. A bioma Amazônia está em verde, Cerrado em cor-de-rosa e Caatinga em vermelho.

Notas

[1] Sampaio, G., L.S. Borma, M. Cardoso, L.M. Alves, C. von Randow, D.A. Rodriguez, C.A. Nobre & F.F. Alexandre. 2018. Assessing the Possible Impacts of a 4 °C or Higher Warming in Amazonia. p. 201-218. In: C.A. Nobre, J. A. Marengo & W. R. Soares (eds.), *Climate Change Risks in Brazil*. Springer, Amsterdam, Países Baixos.

[2] Nobre, C.A., & Borma, L.S. 2009. Tipping points for the Amazon forest. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 1: 28-36.

[3] Marengo, J.A., Nobre, C.A., Sampaio, G., Salazar, L.F. & Borma, L.S. 2011. Climate change in the Amazon Basin: Tipping points, changes in extremes, and impacts on natural and human systems. p. 259-283. In: M.B. Bush, J.R. Flenley & W.D. Gosling (eds.), *Tropical Rainforest Responses to Climatic Change*. (2nd Ed.). Springer-Verlag, Berlin & Heidelberg, Alemanha.

[4] Nepstad, D. C., Stickler, C., Soares-Filho, B. S. & Merry, F. 2008. Interactions among Amazon land use, forests, and climate: Prospects for a near-term forest tipping point. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B*, 363: 1737–1746.

[5] Steffen, W., Rockström, J., Richardson, K., Lenton, T.M., Folke, C., Liverman, D., Summerhayes, C.P., Barnosky, A.D., Cornell, S.E., Crucifix, M., Donges, J.F., Fetzer, I., Lade, S.J., Scheffer, M., Winkelmann, R. & Schellnhuber, H.J. 2018. Trajectories of the earth system in the anthropocene. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 115(33): 8252-8259.

[6] Sitch, S., Huntingford, C., Gedney, N., Levy, P. E., Lomas, M., Piao, S. L., Betts, R., Ciais, P., Cox, P., Friedlingstein, P. Jones, C. D., Prentice, I. C. & Woodward, F. I. 2008. Evaluation of the terrestrial carbon cycle, future plant geography and climate-carbon cycle feedbacks using five dynamic global vegetation models (DGVMs). *Global Change Biology* 14: 2015–2039.

[7] Hirota, M., Nobre, C.A., Oyama, M.D. & Bustamante, M. 2010. The climatic sensitivity of the forest, savanna and forest–savanna transition in tropical South America. *New Phytologist* 187(3): 707–719.

[8] Malhi, Y., Aragão, L.E.O.C., Galbraith, D., Huntingford, C., Fisher, R. & Zelazowski, P. Sitch, S., McSweeney, C., Meir, P. 2009. Exploring the likelihood and mechanism of a climate-change-induced dieback of the Amazon rainforest. *Proceedings of the National Academy of Science USA*, 106: 20610–20615.

[9] Oyama, M.D. & Nobre, C.A. 2003. A new climate–vegetation equilibrium state for tropical South America. *Geophysical Research Letters* 30: 23–28.

[10] As pesquisas do autor são financiadas exclusivamente por fontes acadêmicas: Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq: proc. 305880/2007-1; 5-575853/2008 304020/2010-9; 573810/2008-7), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM: proc. 708565) e Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA: PRJ15.125). Uma versão anterior deste trabalho foi apresentada no Fourth International Conference of Literature and Environment: II Biennial Conference of ASLE-Brasil “*The Demise of Nature: Narratives of Water and Forests in the Anthropocene*”, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 04-07 de junho de 2018.

A imagem em destaque é do Parque Nacional do Cabo Orange na costa do estado do Amapá, no extremo norte do Brasil (Foto: Victor Moriyama/Greenpeace)

Leia os artigos anteriores desta série:

[Amazônia e o Aquecimento Global: 1 – Resumo da Série](#)

Amazônia e o Aquecimento Global: 2 – Negadores do clima

Amazônia e o Aquecimento Global: 3 – Impactos na Amazônia

Amazônia e o Aquecimento Global 4 – O Relatório Suprimido

Amazônia e o Aquecimento Global: 5 – Secas

Amazônia e o Aquecimento Global: 6 – Mortalidade da Floresta

Amazônia e o Aquecimento Global: 7 – A Modelagem Está Correta?

Amazônia e o Aquecimento Global: 8 – Efeito Estufa Descontrolado

Amazônia e o Aquecimento Global: 9 – Ciclagem de Água

Amazônia e o Aquecimento Global: 10 – Mitigação

Amazônia e o Aquecimento Global: 11 – “Pontos de desequilíbrio” para floresta amazônica

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 e também coordena o INCT (Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia) dos Serviços Ambientais da Amazônia. Recebeu o Prêmio Nobel da Paz pelo Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas (IPCC), em 2007. Tem mais de 500 publicações científicas e mais de 200 textos de divulgação de sua autoria [que estão disponíveis aqui](#).

<http://amazoniareal.com.br/amazonia-e-o-aquecimento-global-13-implicacoes-dos-pontos-de-desequilibrio-para-politica/>



Amazônia e o Aquecimento Global: 13 – Implicações dos “Pontos de desequilíbrio” para a política



Philip Martin Fearnside | 26/02/2019 às 18:55

Uma transformação da Amazônia brasileira em Caatinga seria uma catástrofe enorme para os habitantes da Amazônia, para o Brasil e para o clima e a biodiversidade global. Isto implica que precisa ter um grau de certeza bastante alto de que não chegaremos ao marco de 4°C

de aumento de temperatura na região. O grau de risco aceitável para a sociedade depende da magnitude do dano caso o impacto ocorra (Figura 14).

Por exemplo, se uma pessoa mora ao lado de uma usina atômica, vai querer uma probabilidade próxima ao zero de que nenhum acidente ocorrerá (ou seja, o lado direito da Figura 14), enquanto se o impacto em questão seria mínimo, poderia aceitar até uma probabilidade de 1, ou de 100% (o lado esquerdo da Figura 14). Sendo que a consequência de passar um ponto de desequilíbrio na Amazônia seria catastrófica, o risco aceitável deve ser pequeno, correspondendo ao lado direito da Figura 14.

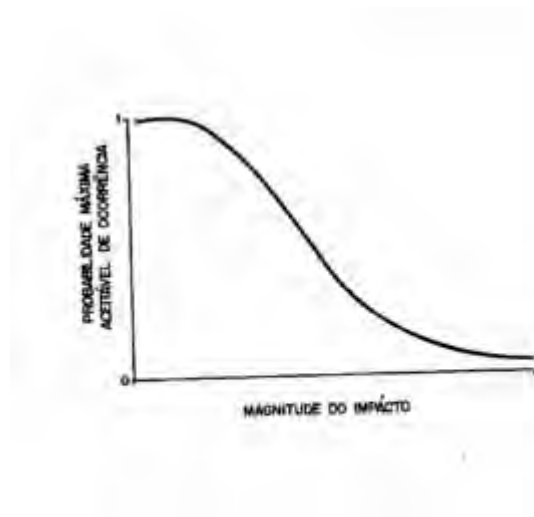


Figura 14. Ilustração da relação negativa entre a magnitude do impacto e um evento, como ultrapassar um ponto de desequilíbrio para a floresta amazônica, e a probabilidade máxima aceitável de ocorrência. (Fonte: [1])

Uma vez definido o risco aceitável, pode calcular o nível do fator estressante que seria tolerável, por exemplo, o aumento de temperatura ou a percentagem de área desmatada (Figura 15). Já que o risco aceitável é baixo, os níveis aceitáveis de desmatamento e de aumento de temperatura também seriam baixos.

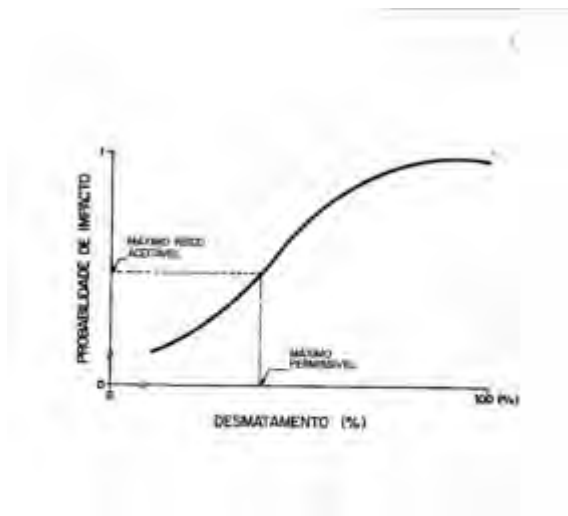


Figura 15. Ilustração da relação positiva entre a um forçante, como a porcentagem da floresta desmatada, e a probabilidade de ocorrência de um evento, como a transformação da floresta amazônica em outro tipo de vegetação por ter ultrapassado um ponto de desequilíbrio. Já sendo definida a probabilidade máxima aceitável de ocorrência deste evento, a relação determina o nível do forçante, como o desmatamento, que pode ser permitido. (Fonte:[1])

Estes questões estão explicadas em detalhe em um trabalho na *Revista Brasileira de Biologia* [1]. As conclusões são claras: precisamos parar o desmatamento amazônica agora, e também precisamos tomar ações imediatas para conter o aquecimento global dentro dos limites acertados no Acordo de Paris.[2]

Notas

[1] Fearnside, P.M. 1997. Limiting factors for development of agriculture and ranching in Brazilian Amazonia. *Revista Brasileira de Biologia* 57(4): 531-549.

[2] As pesquisas do autor são financiadas exclusivamente por fontes acadêmicas: Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq: proc. 305880/2007-1; 5-575853/2008 304020/2010-9; 573810/2008-7), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM: proc. 708565) e Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA: PRJ15.125). Uma versão anterior deste trabalho foi apresentada no Fourth International Conference of Literature and Environment: II Biennial Conference of ASLE-Brasil “*The Demise of Nature: Narratives of Water and Forests in the Anthropocene*”, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 04-07 de junho de 2018.

A imagem em destaque é do final de queimada na Amazônia (Foto: Daniel Beltrá/Greenpeace)

Leia os artigos anteriores desta série:

[Amazônia e o Aquecimento Global: 1 – Resumo da Série](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global: 2 – Negadores do clima](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global: 3 – Impactos na Amazônia](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global 4 – O Relatório Suprimido](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global: 5 – Secas](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global: 6 – Mortalidade da Floresta](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global: 7 – A Modelagem Está Correta?](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global: 8 – Efeito Estufa Descontrolado](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global: 9 – Ciclagem de Água](#)

Amazônia e o Aquecimento Global: 10 – Mitigação

Amazônia e o Aquecimento Global: 11 – “Pontos de desequilíbrio” para floresta amazônica

Amazônia e o Aquecimento Global: 12 – Floresta amazônica virando Caatinga!

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 e também coordena o INCT (Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia) dos Serviços Ambientais da Amazônia. Recebeu o Prêmio Nobel da Paz pelo Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas (IPCC), em 2007. Tem mais de 500 publicações científicas e mais de 200 textos de divulgação de sua autoria [que estão disponíveis aqui](#).

<http://amazoniareal.com.br/amazonia-e-o-aquecimento-global-14-conclusao/>



Amazônia e o Aquecimento Global: 14 – Conclusão



Philip Martin Fearnside | 07/03/2019 às 23:01

O aquecimento global representa múltiplas ameaças à Amazônia, incluindo picos de temperatura que afetam a saúde, a mortalidade humana e a degradação da floresta por meio da morte de árvores devido a secas, aumento da frequência de incêndios florestais e aumento de danos causados a árvores por lianas.

As áreas atualmente sob floresta podem se tornar climaticamente inadequadas para a floresta tropical, levando à transformação para tipos de vegetação não florestal. A perda de floresta tem múltiplos

impactos, incluindo a perda da função de reciclagem de água, que é essencial tanto para manter o regime de chuvas na Amazônia que sustentam a floresta quanto para fornecer o vapor d'água que é transportado para o sudeste do Brasil e para os países vizinhos.

A perda de floresta contribui para as emissões de gases de efeito estufa e consequente aquecimento global. Os grandes estoques de carbono na floresta remanescente implicam um perigo em potencial de uma transformação em larga escala, contribuindo para um “efeito estufa descontrolado” global que escapa do controle humano.

A Amazônia está no centro de várias iniciativas e controvérsias para combater o aquecimento global por meio de projetos de mitigação, incluindo Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação [florestal] (REDD) e a falsa solução por crédito de carbono para hidrelétricas. [1]

Notas

[1] As pesquisas do autor são financiadas exclusivamente por fontes acadêmicas: Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq: proc. 305880/2007-1; 5-575853/2008 304020/2010-9; 573810/2008-7), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM: proc. 708565) e Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA: PRJ15.125). Este trabalho foi apresentado no Fourth International Conference of Literature and Environment: II Biennial Conference of ASLE-Brasil “*The Demise of Nature: Narratives of Water and Forests in the Anthropocene*”, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 04-07 de junho de 2018.

*A imagem em destaque é das queimadas na Amazônia, em 2018
(Foto: Daniel Beltrá/Greenpeace)*

Leia os artigos anteriores desta série:

[Amazônia e o Aquecimento Global: 1 – Resumo da Série](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global: 2 – Negadores do clima](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global: 3 – Impactos na Amazônia](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global 4 – O Relatório Suprimido](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global: 5 – Secas](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global: 6 – Mortalidade da Floresta](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global: 7 – A Modelagem Está Correta?](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global: 8 – Efeito Estufa Descontrolado](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global: 9 – Ciclagem de Água](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global: 10 – Mitigação](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global: 11 – “Pontos de desequilíbrio” para floresta amazônica](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global: 12 – Floresta amazônica virando Caatinga!](#)

[Amazônia e o Aquecimento Global: 13 – Implicações dos “Pontos de desequilíbrio” para a política](#)

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 e também coordena o INCT

(Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia) dos Serviços Ambientais da Amazônia. Recebeu o Prêmio Nobel da Paz pelo Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas (IPCC), em 2007. Tem mais de 500 publicações científicas e mais de 200 textos de divulgação de sua autoria [que estão disponíveis aqui](#).