

<http://amazoniareal.com.br/rios-voadores-e-a-agua-de-sao-paulo-1-a-questao-levantada/>



PHILIP FEARNSIDE

Rios voadores e a água de São Paulo 1: A questão levantada

- [Amazônia Real](#)
- 09/02/2015
- 11:28

PHILIP M. FEARNSIDE

A seca em São Paulo de 2014-2015 levanta a questão do papel dos “rios voadores”, ou seja, ventos que levam vapor d’água da Amazônia até a região sudeste do Brasil e áreas vizinhas. Para ter chuva, precisa não só de vapor d’água, mas também de mecanismos para que este vapor (água em forma gasosa) se condense em água líquida para formar gotas de chuva. No caso da seca atual em São Paulo, fenômenos climáticos parecem predominar naquela região impedindo a condensação, como será explicado adiante.

No entanto, o papel dos rios voadores é fundamental ao sistema que mantém as chuvas no sudeste, e as políticas do governo brasileiro que favorecem o desmatamento na Amazônia colocam este fornecimento de água em mais risco com cada árvore que cai.

As maiores cidades do Brasil, como São Paulo e Rio de Janeiro, dependem de água de chuva, derivada de vapor de água que é transportado da Amazônia por correntes de ar (o vento chamado de jato de baixa altitude sul-americano). São Paulo e outras cidades já estão no limite ou além dele para água disponível, tanto para uso doméstico como para geração de energia hidrelétrica.

O desmatamento da Amazônia reduz a evapotranspiração e o fornecimento de vapor d’água, tornando-se provável que a continuação do desmatamento irá infligir custos econômicos e sociais na região do centro-sul do Brasil. Os serviços ambientais prestados pelas florestas amazônicas precisam ser valorizados e traduzidos em mecanismos para reduzir o desmatamento.

A ameaça que o desmatamento da Amazônia representa para o centro de poder político e financeiro do Brasil em São Paulo levanta a possibilidade de tais mecanismos serem desenvolvidos, tanto dentro do Brasil como através de instrumentos internacionais.

Não é a primeira vez que falta água no sudeste do Brasil. No ano 1953 essa região também sofreu uma seca devastadora. Em 2001, a escassez de água nos reservatórios das hidrelétricas de toda a porção não-amazônica do país fez com que os principais centros populacionais brasileiros sofressem grandes blecautes (os ‘apagões’) e levou a prolongado racionamento de eletricidade.

Em 2003, os reservatórios que fornecem a São Paulo atingiram um nível de apenas 5% de sua capacidade, levando ao racionamento de água e a possibilidade de esgotamento das reservas, mas, felizmente, a chuva

chegou antes de acabar a água por completo. A situação em 2015 é pior, pois a época chuvosa em São Paulo praticamente acabou com os reservatórios ainda quase secos.

Esses acontecimentos deveriam produzir uma consciência da importância da água transportada por correntes de ar da Amazônia para o centro-sul do Brasil (Figura 1). Infelizmente, essa consciência ainda não se materializou, e o modelo de desenvolvimento que o governo federal quer implantar na Amazônia, previsto nos Planos Plurianuais, baseia-se em uma série de obras de infraestrutura (rodovias, hidrelétricas e outras) que levarão a perdas significativas de floresta [1]. O processo de tomada de decisão não considera efeitos mais amplos desse desmatamento, como a redução da água ‘exportada’ para São Paulo[3].

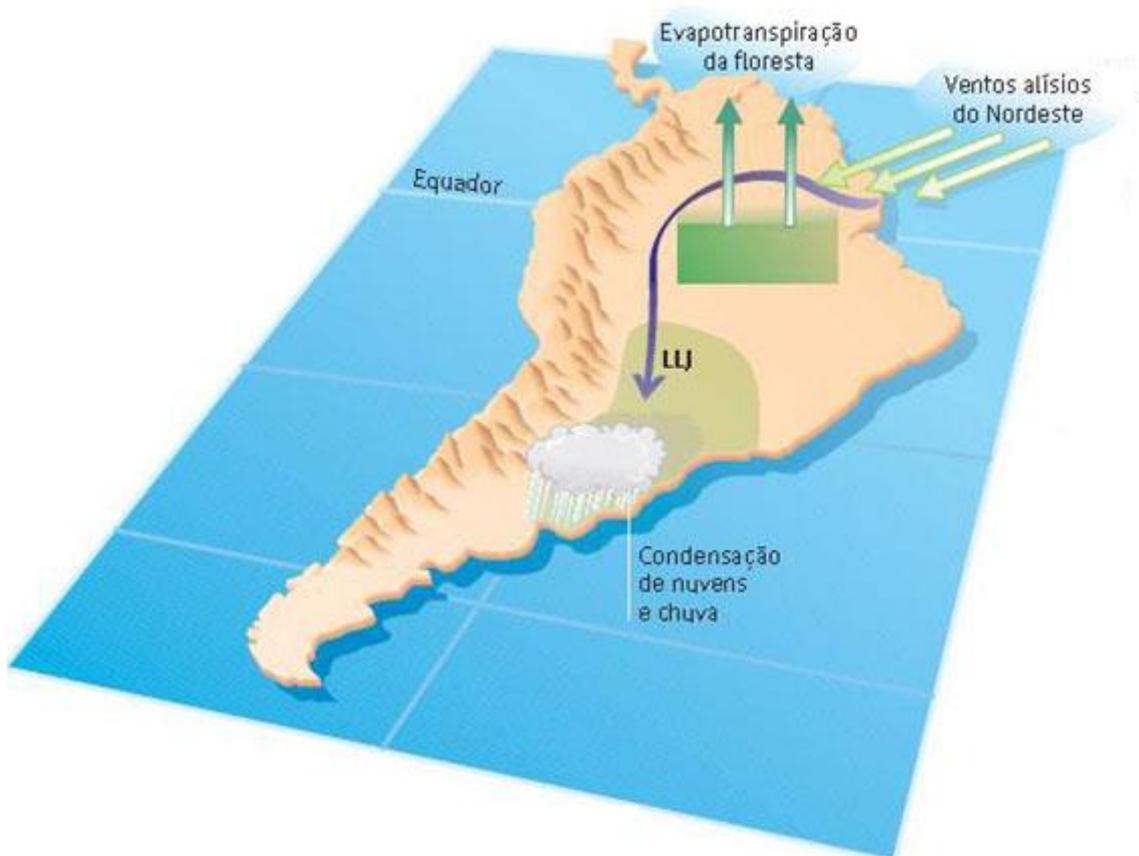


Figura 1. O vento de ‘jato de baixa altitude sul-americano’ (SALLJ) atravessa a Amazônia de leste para oeste e é desviado pelos Andes, levando o vapor d’água na direção sul e depois para leste (para a bacia do rio da Prata). Fonte: Redesenhado a partir de [2].

NOTAS

[1] Fearnside, P. M.; Laurance, W. F. 2012. Infraestrutura na Amazônia: As lições dos planos plurianuais. *Caderno CRH* 25(64): 87-98. doi: 10.1590/S0103-49792012000100007

[2] Proyecto SALLJEX. 2003. PROYECTO SALLJEX (South American Low Level Jet Experiment). Site atual: <http://www.nssl.noaa.gov/projects/pacs/salljex/>

[3] Atualizado e expandido a partir de Fearnside, P. M. 2004. A água de São Paulo e a floresta amazônica. *Ciência Hoje* 34(203): 63-65. As pesquisas do autor são financiadas pelo Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (proc. 304020/2010-9; 573810/2008-7), pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) (proc. 708565) e pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) (PRJ1).

Leia os textos da última série:

- [Barragens Tropicais e Gases de Efeito Estufa 1: Emissões Subestimadas](#)
- [Barragens Tropicais e Gases de Efeito Estufa 2: Estimativas de Metano](#)
- [Barragens Tropicais e Gases de Efeito Estufa 3: Erros da Eletrobras](#)

Philip M. Fearnside é pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), em Manaus, do CNPq e membro da Academia Brasileira de Ciências. Também coordena o INCT (Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia) dos Serviços Ambientais da Amazônia. Em 2007, foi um dos cientistas ganhadores do Prêmio Nobel da Paz pelo Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas (IPCC).

Matérias relacionadas

- [Barragens Tropicais e Gases de Efeito Estufa: 3: Erros da Eletrobras](#)
- [A Hidrelétrica de Teles Pires – 2: Rebrotou da biomassa](#)

<http://amazoniareal.com.br/rios-voadores-e-a-agua-de-sao-paulo-2-a-reciclagem-da-agua/>



PHILIP FEARNSIDE

Rios voadores e a água de São Paulo 2: A reciclagem da água

- [Amazônia Real](#)
- 16/02/2015 17:06



No encontro das águas dos rios Negro e Solimões, em Manaus, a vazão média é de 3,8 trilhões de metros cúbicos por ano. (Foto: Alberto César Araújo/FotoAmazonas)

PHILIP M. FEARNSIDE

O papel da floresta amazônica nessa ‘oferta de água’ em outras regiões do país pode ser visualizado a partir da constatação de que a conversão de áreas de floresta em pastagem aumenta dramaticamente o escoamento superficial da água das chuvas.

Estudos sobre a erosão, realizados em diferentes partes da Amazônia, revelaram que, para coletar a água que escorria em 24 horas na superfície de uma área de 1 m por 10 m, em uma pastagem limpa, eram necessários quatro tambores de 200 litros cada (Figura 2) — com menos tambores, a água transbordava. Em uma parcela adjacente de floresta, com o mesmo tamanho, a coleta exigiu apenas um tambor, mas em geral bastava um balde, suspenso dentro do tambor (Figura 3). O escoamento superficial foi até dez vezes maior na área de pastagem [1, 2].

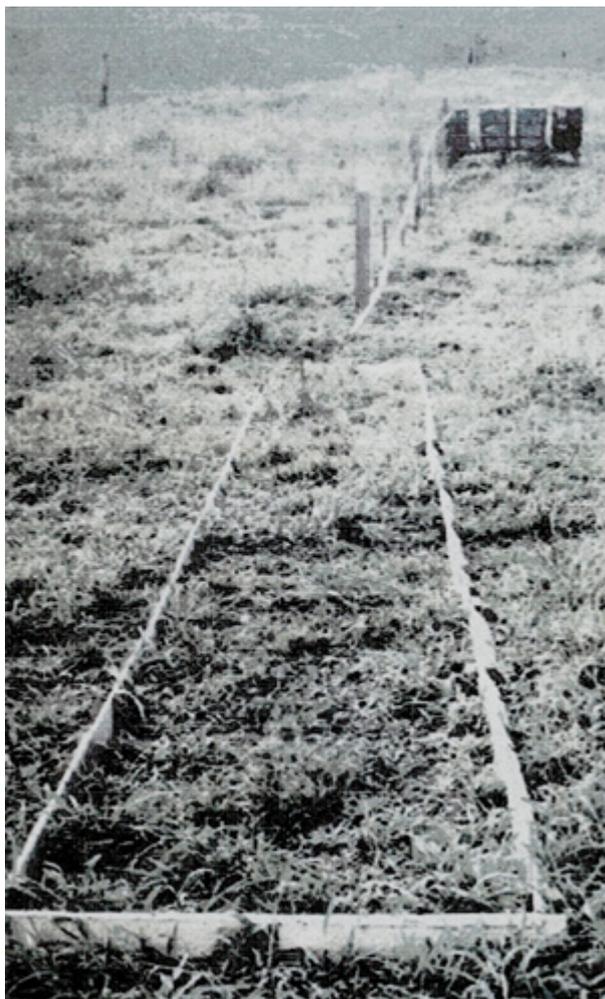


Figura 2. Para captar a água de chuva que escoa superficialmente, durante 24 horas em uma parcela de 1 m por 10 m de uma pastagem limpa (em Rondônia), foi necessário usar quatro tambores de 200 litros cada um.

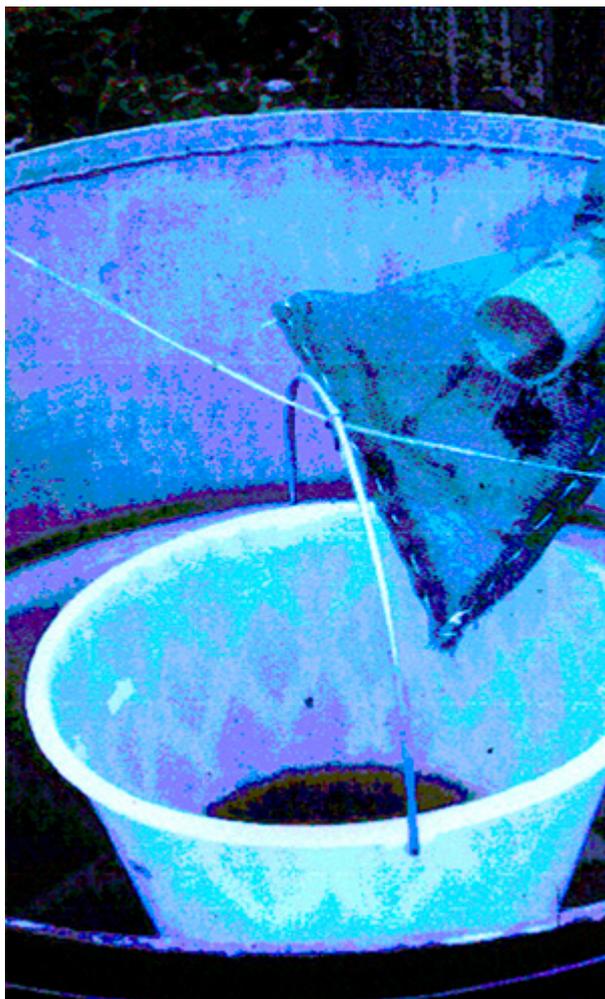


Figura 3. Na floresta intacta, o escoamento superficial é pequeno, bastando um único tambor (em geral, apenas um balde suspenso dentro do tambor) para captar a água de escoamento de uma parcela de 1m por 10 m, durante 24 horas: a maior parte da água penetra no solo, sendo retirada pelas raízes das árvores e transpirada pelas folhas, mantendo o ciclo hidrológico.

Embora não se possam extrapolar os resultados de pequenas parcelas para bacias hidrográficas inteiras, a grande diferença verificada no escoamento superficial permite prever sérias consequências caso o desmatamento aumente ainda mais. Nesse caso, tais consequências envolvem a água, um recurso básico tanto para a sobrevivência da vegetação nativa quanto para as populações humanas.

A maior parte da água das chuvas não consegue penetrar no solo compactado das pastagens amazônicas. Então, escoam na superfície, vão para a rede fluvial e por fim são despejadas no oceano Atlântico. Na floresta, porém, a água entra no solo, sendo em sua maior parte absorvida pelas raízes das árvores e lançada à atmosfera pela transpiração das folhas. Atualmente, acredita-se que o percentual de água reciclada dentro da bacia seja 20-30% [3], inferior à cifra tradicional de 50% [4-6].

A quantidade de vapor d'água que entra na região com os ventos vindos do Atlântico é calculada em cerca de 10 trilhões de m^3 por ano, enquanto a descarga média do rio Amazonas, na foz, é de 6,6 trilhões de m^3 anuais ([7], p. 170). A diferença, em torno de 3,4 trilhões de m^3 por ano, é forçosamente exportada para alguma outra região (Tabela 1).

Parte do vapor d'água exportado escapa para o oceano Pacífico, passando por cima da cordilheira dos Andes no canto noroeste da bacia amazônica, na Colômbia. A maior parcela da água transportada, porém, vai para o centro-sul do Brasil e para o Paraguai, Uruguai e Argentina. Certo volume também atravessa o oceano Atlântico e chega ao sul da África. Esse transporte de água para outras bacias, em especial para a bacia do rio da Prata, dá ao desmatamento amazônico um nível de impacto que tem sido pouco considerado quando se definem as políticas para a região.

Tabela 1 – Fluxos de água na Amazônia

<i>Descrição</i>	<i>Volume de água (trilhões de m^3/ano)^(a)</i>	<i>Comparação com a vazão do rio Amazonas (%)^(b)</i>
Transporte do Oceano Atlântico para dentro da região pelos ventos alísios	10 ± 1	152%
Vazão média do rio Amazonas na foz	6,6	100%
Precipitação na bacia hidrográfica do rio Amazonas	15,05	228%
Evapotranspiração	8,43	128%
Vapor d'água transportado por ventos para outras regiões	3,4 ± 1	52%

(a) Valores da revisão de [7], exceto o último item.

(b) Porcentagem em comparação com a vazão média na foz.

O volume de água exportado todo ano pela Amazônia (3,4 trilhões de m^3) pode ser mais bem entendido se comparado à vazão média do rio Amazonas. A exportação representa 52% da vazão na foz do rio — e só quem viu o Amazonas com os próprios olhos pode ter uma ideia do enorme volume que isso significa. A quantidade de água exportada é pouco menor que a vazão média (3,8 trilhões de m^3 por ano) medida no 'encontro das águas' dos rios Solimões e Negro, próximo a Manaus.

Na Amazônia, portanto, qualquer mudança no percentual de chuva que volta à atmosfera (resultante da conversão de floresta em pastagem) implica uma perda imensa de água, tanto na própria região quanto em outras regiões onde a chuva depende dessa fonte [8].

NOTAS

- [1] Fearnside, P. M. 1989. *A Ocupação Humana de Rondônia: Impactos, Limites e Planejamento*. CNPq Relatórios de Pesquisa No. 5. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Brasília, DF, 76 p.
- [2] Barbosa, R. I.; Fearnside, P. M. 2000. Erosão do solo na Amazônia: Estudo de caso na região do Apiaú, Roraima, Brasil. *Acta Amazonica* 30(4): 601-613.
- [3] Lean, J.; Bunton, C. B.; Nobre, C. A.; Rowntree, P. R. 1996. The simulated impact of Amazonian deforestation on climate using measured ABRACOS vegetation characteristics. In: Gash, J. H. C.; Nobre, C. A.; Roberts, J. M.; Victoria, R. L. (Eds.), *Amazonian Deforestation and Climate*. Wiley, Chichester, Reino Unido, p. 549-576.
- [4] Marques, J. A.; dos Santos, J. M.; Villa Nova, N. A.; Salati, E. 1977. Precipitable water and water vapor flux between Belém and Manaus. *Acta Amazonica* 7(3): 355-362.
- [5] Salati, E., Dall'Olio, A., Matusi, E., Gat, J. R., 1979. Recycling of water in the Brazilian Amazon Basin: An isotopic study. *Water Resources Research* 15: 1250-1258.
- [6] Salati, E.; Vose, P. B. 1984. Amazon Basin: A system in equilibrium. *Science* 225: 129-138.
- [7] Salati, E. 2001. Mudanças climáticas e o ciclo hidrológico na Amazônia. In: Fleischesser, V. (Ed.). *Causas e Dinâmica do Desmatamento na Amazônia*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF, p. 153-172.
- [8] Atualizado e expandido a partir de Fearnside, P. M. 2004. A água de São Paulo e a floresta amazônica. *Ciência Hoje* 34(203): 63-65. As pesquisas do autor são financiadas pelo Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (proc. 304020/2010-9; 573810/2008-7), pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) (proc. 708565) e pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) (PRJ1).

Leia também:

[Rios voadores e a água de São Paulo 1: A questão levantada](#)

Philip M. Fearnside é pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), em Manaus, do CNPq e membro da Academia Brasileira de Ciências. Também coordena o INCT (Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia) dos Serviços Ambientais da Amazônia. Em 2007, foi um dos cientistas ganhadores do Prêmio Nobel da Paz pelo Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas (IPCC).

Matérias relacionadas

- [Rios voadores e a água de São Paulo 1: A questão levantada](#)
- [A Hidrelétrica de Teles Pires – 2: Rebrotou da biomassa](#)
- [Barragens Tropicais e Gases de Efeito Estufa: 3: Erros da Eletrobras](#)
- [A Hidrelétrica de Teles Pires – 1: Desmatamento e Limpeza](#)
- [Belo Monte como ponta de lança 3: O escândalo do licenciamento](#)

<http://amazoniareal.com.br/rios-voadores-e-a-agua-de-sao-paulo-3-a-sazonalidade-do-transporte/>



PHILIP FEARNSIDE



Rios voadores e a água de São Paulo 3: A sazonalidade do transporte

- [Amazônia Real](#)
- 23/02/2015 14:55

PHILIP M. FEARNSIDE

Os ventos dominantes na Amazônia sopram de leste para oeste, em função da rotação da Terra. Quando eles batem nos Andes, viram para o sul, e o vapor d'água é levado para outras partes do continente sul-americano, inclusive São Paulo. As características do transporte de água da Amazônia para o centro-sul do Brasil têm sido estudadas há três décadas [1, 2]. Ao longo deste tempo, avanços nas técnicas de mapeamento dos ventos melhoraram bastante o entendimento da distribuição espacial e da variação sazonal da chuva derivada da água transportada através dos ventos amazônicos (e.g., [3-6]).

O vento denominado 'jato de baixa altitude sul-americano' (SALLJ, na sigla em inglês) move-se rapidamente (cerca de 30 km por hora) em uma estreita faixa de altitude, aproximadamente 1-2 km acima do nível do mar [3, 4, 7, 8]. Entre junho e agosto, na estação seca no sul do Brasil, apenas os ventos do sudoeste da Amazônia (Figura 4-A) viram para o sul, levando vapor d'água, mas entre dezembro e fevereiro isso acontece com ventos de toda a região (Figura 4-B) [5]. Esta oscilação ocorre devido à migração anual da zona de convergência intertropical (ITCZ), que é uma linha ao redor do planeta aonde ventos vindos do sul e do norte se encontram e sobem, formando um cinturão de nuvens e precipitação.

O SALLJ que leva ventos da Amazônia ao sudeste do Brasil não é constante, mas ocorre em uma série de episódios, a frequência e intensidade das quais variam entre os anos, além de variação sazonal. Ao longo do ano, é no período de novembro a janeiro (verão austral, ou seja, a época chuvosa no centro-sul brasileiro) que o SALLJ ocorre com maior frequência, tem as velocidades de vento mais elevadas e o mais alto índice de umidade e é mais eficiente na provocando a precipitação sobre o continente [7].

Modelagem destes fluxos por Correia et al. [9] indica que, em uma escala de tempo anual, a metade da água que entra na Amazônia do Atlântico faz a curva para o sul. Durante junho, julho e agosto, as quantidades médias em 20 anos de vapor d'água transportada da Amazônia variou de 115 a 267 mil metros cúbicos por segundo, um fluxo parecido com a vazão do rio Amazonas [10]. No entanto, muito desta enorme quantidade de água não cai como chuva, por falta de condições meteorológicas para provocar a sua condensação em água líquida.

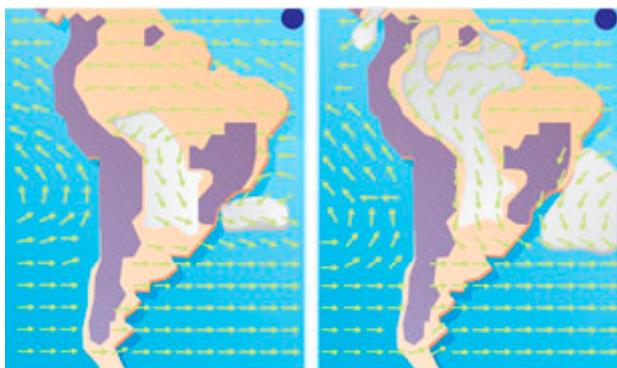


Figura 4. Orientação dos ventos do jato de baixa altitude sul-americano em junho-agosto (A) e em dezembro-fevereiro (B) — nesse último período, época chuvosa em São Paulo, o vento que vem da Amazônia traz mais água. Fonte: Redesenhado a partir de [5].

A contribuição da Amazônia para a chuva no sudeste do país é maior na estação chuvosa, mesmo na época seca daquela região (o verão austral), mas a água amazônica pode ser muito importante para essa outra região do país, onde se concentra a maior parte da produção agrícola brasileira. O mesmo se aplica ao Paraguai e à Argentina [11, 12].

Há, na Argentina, uma forte preocupação com os possíveis efeitos, nas chuvas daquele país, do desmatamento continuado na Amazônia brasileira. Embora a proporção da precipitação nestas áreas que é derivada da água da Amazônia é claramente substancial, a incerteza sobre as quantidades é considerável.

Van der Ent et al. [13] calcularam em 2010 que a bacia do Prata, que inclui o rio Paraná, depende de água originária da Amazônia para 70% do seu recurso hídrico total. Já Zemp et al. [14] calcularam em 2014 que, do total de precipitação sobre a bacia do Prata, 21–25% vem “diretamente” (sem reciclagem) da Amazônia durante a época seca na bacia do Prata (inverno austral) e 18–23% durante a época chuvosa, e que nessa última estação poderia ser acrescentada mais 6% por água transportada após uma reciclagem em cascata dentro da Amazônia.

Os ventos que trazem esse vapor batem nas serras da Mantiqueira e do Mar, entre São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, provocando chuvas nessas regiões (nos mapas na Figura 4, as áreas roxas têm mais de 700 m de altitude). A água das chuvas flui para o leste, até o oceano Atlântico, através da bacia do rio Paraíba do Sul e bacias litorâneas, ou para o oeste e o sul, através da bacia do rio da Prata.

Em ambos os trajetos, a água passa por represas que garantem produção de energia e abastecimento para as principais cidades do país, inclusive Rio de Janeiro e São Paulo. Como o enchimento desses reservatórios depende de poucas semanas de chuva intensa, especialmente em dezembro, quando a contribuição da Amazônia está no máximo, as consequências de qualquer redução no volume de vapor d’água vindo dessa região seriam muito sérias.

A água trazida a São Paulo pelo jato de baixa altitude não sai diretamente de todas as áreas da Amazônia. À medida que o vapor gerado pela floresta move-se para oeste, afastando-se do

oceano Atlântico, uma parcela crescente é reciclada (cai como chuva e evapora outra vez). Já foram reciclados no mínimo duas vezes 88% do vapor d'água que alcança o extremo oeste da região [15].

A água amazônica presente nas chuvas em São Paulo provém de florestas na porção oeste da grande bacia: Rondônia, Acre, oeste do Amazonas e Bolívia. Embora o desmatamento nessas áreas tenha um impacto mais direto sobre a chuva em São Paulo, a derrubada da floresta mais a leste também é prejudicial, porque diminui a quantidade de água que chega ao oeste da Amazônia [16].



O desmatamento na região oeste do Amazonas causa impacto sobre a chuva em São Paulo (FotoAmazonas: Alberto César)

NOTAS

- [1] Salati, E.; Vose, P. B. 1984. Amazon Basin: A system in equilibrium. *Science* 225: 129-138.
- [2] Eagleson, P. S. 1986. The emergence of global-scale hydrology. *Water Resources Research* 22(9): 6s-14s.
- [3] Marengo, J. A.; Douglas, M. W.; Dias, P. L. S. 2002a. The South American Low-level jet east of the Andes during the LBA-TRMM and LBA-WET AMC campaign. *Journal of Geophysical Research (Atmospheres)* 107(20D): 47.1-47.11.
- [4] Marengo, J. A.; Silva Dias, P.; Douglas, M. 2002b. The South American low-level jet East of the Andes during the LBA-TRMM and WET AMC/LBA campaigns of January-April 1999. *Journal of Geophysical Research (Atmospheres)* 107: 8079. doi: 10.1029/2001JD001188
- [5] Nicolini, M.; Marengo, J. A.; Dias, M. A. S. 2002. South American Low-Level Jet, October 2002 Report. PROgram for the study of regional climate variability, their prediction and impacts, in the mercoSUR area—PROSUR. IAI Project CRN055. Institute of Interamerican Institute of Global Change Research, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE, São José dos Campos, SP, 13 p.
<http://www.prosur.fcen.uba.ar/documentos/2002SalljGroup.pdf>.
- [6] Poveda, G.; Jaramillo, L.; Vallejo, L. F. 2014. Seasonal precipitation patterns along pathways of South American low-level jets and aerial rivers. *Water Resources Research* 50: 98-118. doi:10.1002/2013WR014087
- [7] Marengo, J. A.; Soares, W. R.; Saulo, C.; Nicolini, M. 2004a. Climatology of the low-level jet East of the Andes derived from NCEP-NCAR reanalyses: Characteristics and temporal variability. *Journal of Climate* 17(12): 2261-2280.
- [8] Marengo, J. A.; Liebmann, B.; Vera, C. S.; Nogués-Paegel, J.; Báez, J. 2004b. Low-frequency variability of the SALLJ. *Clivar Exchange* 9(1): 26-27.
http://www.clivar.com/publications/exchanges/ex29/pdf/ex_29.pdf
- [9] 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.
- [10] Arraut, J. M.; Nobre, C. A.; Barbosa, H. M.; Obregon; G.; Marengo, J. A. 2012. Aerial rivers and lakes: Looking at large-scale moisture transport and its relation to Amazonia and to subtropical rainfall in South America. *Journal of Climate* 25: 543-556.
doi:10.1175/2011JCLI4189.1
- [11] Rockström, J.; Falkenmark, M.; Karlberg, L.; Hoff, H.; Rost, S.; Gerten, D. 2009. Future water availability for global food production: the potential of green water for increasing

resilience to global change. *Water Resources Research* 45, W00A12, doi:10.1029/2007WR006767

[12] Keys, P. W.; van der Ent, R. J.; Gordon, L. J.; Hoff, H.; Nikoli, R.; Savenije, H. H. G. 2012. Analyzing precipitation sheds to understand the vulnerability of rainfall dependent regions. *Biogeosciences* 9: 733–746. doi:10.5194/bg-9-733-2012

[13] van der Ent, R. J.; Savenije, H. H. G.; Schaeffli, B.; Steele-Dunne, S. C. 2010. Origin and fate of atmospheric moisture over continents. *Water Resources Research* 46, W09525, doi:10.1029/2010WR009127

[14] Zemp, D. C., Schleussner, C.-F.; Barbosa, H. M. J.; van der Ent, R. J.; Donges, J. F.; Heinke, J.; Sampaio, G.; Rammig, A. 2014. On the importance of cascading moisture recycling in South America. *Atmospheric Chemistry and Physics* 14: 13.337–13.359. doi:10.5194/acp-14-13337-2014

[15] Lettau, H.; Lettau, K.; Molion, L. C. B. 1979. Amazonia's hydrologic cycle and the role of atmospheric recycling in assessing deforestation effects. *Monthly Weather Review* 107(3): 227-238.

[16] Atualizado e expandido a partir de Fearnside, P. M. 2004. A água de São Paulo e a floresta amazônica. *Ciência Hoje* 34(203): 63-65. As pesquisas do autor são financiadas pelo Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (proc. 304020/2010-9; 573810/2008-7), pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) (proc. 708565) e pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) (PRJ1).

Leia também:

- [Rios voadores e a água de São Paulo 1: A questão levantada](#)
- [Rios voadores e a água de São Paulo 2: A reciclagem da água](#)

Philip M. Fearnside é pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), em Manaus, do CNPq e membro da Academia Brasileira de Ciências. Também coordena o INCT (Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia) dos Serviços Ambientais da Amazônia. Em 2007, foi um dos cientistas ganhadores do Prêmio Nobel da Paz pelo Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas (IPCC).

Matérias relacionadas

- [Rios voadores e a água de São Paulo 2: A reciclagem da água](#)
- [Rios voadores e a água de São Paulo 1: A questão levantada](#)
- [A Hidrelétrica de Teles Pires – 2: Rebrotou da biomassa](#)
- [Barragens Tropicais e Gases de Efeito Estufa: 3: Erros da Eletrobras](#)
- [Entre a cheia e o vazio: Documentário mostra influência de hidrelétricas na inundação de Porto Velho](#)

<http://amazoniareal.com.br/rios-voadores-e-a-agua-de-sao-paulo-4-as-razoes-da-seca-de-2014-2015/>



PHILIP FEARNSIDE

Rios voadores e a água de São Paulo 4: As razões da seca de 2014-2015

- [Amazônia Real](#)
- 02/03/2015 11:19

PHILIP M. FEARNSIDE

O futuro do transporte de vapor de água para São Paulo depende não somente da fonte de vapor d'água na Amazônia, mas também da força do mecanismo SALLJ (sigla para o vento de jato de baixa altitude sul-americano). Ciclos interdecadais afetam essas fontes de água [1]. Alterações no SALLJ podem compensar o efeito do fornecimento de vapor de água diminuído pelo desmatamento.

A futura força do SALLJ depende se a frequência dos episódios está causalmente relacionada com El Niño. Essa conexão é fraca, a temperatura da superfície do mar no Pacífico explica apenas 20% da frequência dos episódios de SALLJ durante o período de 1950 a 1998 [2].

No entanto, duas observações são sugestivas de uma conexão: a maior frequência de episódios SALLJ durante o evento El Niño no verão austral de 1997 – 1998 em comparação com o evento La Niña, um ano mais tarde [3] e uma tendência geral em direção a maior precipitação no sul da Amazônia e no centro-sul do Brasil desde meados de 1970 que é consistente com ambos o aumento de eventos El Niño e episódios SALLJ [2].

Se um “El Niño permanente” fosse desenvolvido após 2050, provocado pelo aquecimento global segundo o modelo do Centro Hadley (e.g., [4, 5]), o resultado seria aumento da precipitação no centro-sul do Brasil.

Uma versão mais recente do mesmo modelo indica a floresta amazônica mais resistente aos efeitos da seca do que se pensava antes, mas confirma a tendência de diminuição substancial da precipitação na Amazônia com aumento da frequência de El Niño [6-8].



A seca no Sistema Cantareira em novembro de 2014(Foto: Mídia NINJA/Conta da Água)

A queda na precipitação em São Paulo em 2014-2015 está muito fora de proporção com o aumento da área desmatada de 2013 para 2014. Portanto, embora o aumento paulatino da área desmatada na Amazônia possa ter alguma contribuição, não se pode explicar uma queda de precipitação tão drástica somente por este efeito.

Algum tipo de quebra nos ventos de jato de baixa altitude poderia explicar, mas não temos dados para poder afirmar que isto aconteceu. De fato, o ano 2014 tinha um princípio de El Niño, e esse fenômeno leva a mais, e não menos, transporte de vapor d'água da Amazônia para o sudeste pelo SALLJ [9].

O que parece mais provável como explicação é uma combinação de fatores que reduziram a condensação do vapor d'água presente no ar sobre São Paulo. Uma massa de ar quente estacionada sobre o Estado de São Paulo inibiu a entrada de frentes frias que normalmente provocam a condensação de vapor d'água para gerar precipitação.

Houve também um deslocamento da zona de convergência do Atlântico sul (SACZ) ao norte, passando a ficar sobre a divisa entre Minas Gerais e Bahia no lugar da sua posição normal sobre São Paulo, o que tirou de São Paulo um mecanismo importante para provocar condensação de chuva justamente em 2014-2015.

A SACZ é uma linha que corta o Brasil diagonalmente, normalmente estendendo desde São Paulo até o Acre, em que o ar frio vindo da Antártica provoca a formação de nuvens e chuva quando encontra com ar quente e carregado de vapor d'água. Por isso o Acre tem as suas famosas “friagens”.

Apesar das incertezas sobre as causas da seca, é importante aprender as lições que esta experiência nos ensina. Primeiro, se o curso atual de “desenvolvimento” na Amazônia continuar, com grandes planos para construir rodovias, barragens e outras obras que levam ao desmatamento, e com subsídios à destruição da

floresta através de uma larga gama de políticas perversas, então, faltará água, sim, em São Paulo. Esta falta seria em uma forma mais permanente, não apenas uma variação de um ano para outro.

A segunda lição é que a variabilidade dita “natural” climática está aumentando devido ao aquecimento global. Isto leva a eventos extremos mais severos e mais frequentes de secas e inundações, comparados com os padrões históricos. O aumento de extremos de seca e de enchente na Amazônia já está claro [10-12].

NOTAS

- [1] Marengo, J. A. 2004. Interdecadal and long term rainfall variability in the Amazon basin. *Theoretical and Applied Climatology* 78: 79-96.
- [2] Marengo, J. A.; Liebmann, B.; Vera, C. S.; Nogués-Paegel, J.; Báez, J. 2004b. Lowfrequency variability of the SALLJ. *Clivar Exchange* 9(1): 26-27.
http://www.clivar.com/publications/exchanges/ex29/pdf/ex_29.pdf
- [3] Marengo, J. A.; Soares, W. R.; Saulo, C.; Nicolini, M. 2004a. Climatology of the lowlevel jet East of the Andes derived from NCEP-NCAR reanalyses: Characteristics and temporal variability. *Journal of Climate* 17(12): 2261-2280.
- [4] Cox, P. M.; Betts, R. A.; Jones, C. D.; Spall, S. A.; Totterdell, I. J. 2000. Acceleration of global warming due to carbon-cycle feedbacks in a coupled climate model. *Nature* 408: 184-187.
- [5] Cox, P. M.; Betts, R. A.; Collins, M.; Harris, P.; Huntingford, C.; Jones, C. D. 2004. Amazonian dieback under climate-carbon cycle projections for the 21st century. *Theoretical and Applied Climatology* 78: 137-156.
- [6] Cox, P. M.; Pearson, D.; Booth, B. B.; Friedlingstein, P.; Huntingford, C.; Jones, C. D.; Luke, C. M. 2013. Sensitivity of tropical carbon to climate change constrained by carbon dioxide variability. *Nature* 494: 341-344.
- [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. doi:10.1038/ngeo1741
- [9] Drumond, A.; Marengo, J.; Ambrizzi, T.; Nieto, R.; Moreira, L.; Gimeno, L. 2014. The role of the Amazon Basin moisture in the atmospheric branch of the hydrological cycle: a Lagrangian analysis. *Hydrology and Earth System Sciences* 18: 2577-2598. doi:10.5194/hess-18-2577-2014
- [10] Marengo, J. A.; Tomasella, J.; Soares, W. R.; Alves, L. M.; Nobre, C. A. 2011. Extreme climatic events in the Amazon basin. *Theoretical and Applied Climatology* 107: 73-85.3
- [11] Marengo, J. A.; Borma, L. S.; Rodrigues, D. A. 2013. Recent extremes of drought and flooding in Amazonia: Vulnerabilities and human adaptation. *American Journal of Climate Change* 2: 87-96.

[12] Atualizado e expandido a partir de Fearnside, P. M. 2015. A seca e o desmatamento. *Ciência Hoje* 55(322): 52. As pesquisas do autor são financiadas pelo Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (proc. 304020/2010-9; 573810/2008-7), pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) (proc. 708565) e pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) (PRJ1).

Leia também:

- [Rios voadores e a água de São Paulo 1: A questão levantada](#)
- [Rios voadores e a água de São Paulo 2: A reciclagem da água](#)
- [Rios voadores e a água de São Paulo 3: A sazonalidade do transporte](#)

Philip M. Fearnside é pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), em Manaus, do CNPq e membro da Academia Brasileira de Ciências. Também coordena o INCT (Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia) dos Serviços Ambientais da Amazônia. Em 2007, foi um dos cientistas ganhadores do Prêmio Nobel da Paz pelo Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas (IPCC).

Matérias relacionadas

- [Rios voadores e a água de São Paulo 3: A sazonalidade do transporte](#)
- [Rios voadores e a água de São Paulo 2: A reciclagem da água](#)
- [Rios voadores e a água de São Paulo 1: A questão levantada](#)
- [A Hidrelétrica de Teles Pires – 2: Rebrotou da biomassa](#)
- [Barragens Tropicais e Gases de Efeito Estufa: 3: Erros da Eletrobras](#)

<http://amazoniareal.com.br/rios-voadores-e-a-agua-de-sao-paulo-5-as-licoas-a-aprender/>

amazonia
REAL

PHILIP FEARNSIDE



Rios voadores e a água de São Paulo 5: As lições a aprender

- Amazônia Real

- 09/03/2015 16:35



Desmatamento da floresta amazônica em Apuí (AM). Foto: Alberto César Araújo

PHILIP M. FEARNSIDE

Fica evidente a necessidade tanto da adaptação quanto da mitigação, ou seja, a luta contra o efeito estufa. O combate às mudanças climáticas precisa acontecer de uma forma muito mais séria do que aconteceu até agora. Hoje a posição brasileira continua sendo aquela que o País propôs em Durban em 2011, ou seja, que o Brasil só aceitaria uma meta sob a Convenção de Clima, limitando as emissões nacionais, se todos os outros países do mundo fossem concordar primeiro em fazer o mesmo. É uma fórmula para não assumir nenhum compromisso vinculante [1].

Espero que os eventos atuais contribuam para estimular uma mudança, assumindo a liderança neste assunto ao invés da estratégia de ser o último para entrar no bonde. Esta mudança de posição seria fortemente de interesse nacional: o Brasil está entre os países que mais sofrerão se uma redução nas emissões globais não acontecer a tempo.

A quantificação exata do transporte de água da Amazônia para áreas como São Paulo ainda exigirá muitas pesquisas, mas o que já se sabe é suficiente para indicar a necessidade de uma mudança radical nas políticas nacionais para a Amazônia. Hoje, os planos de investimentos do governo federal na região privilegiam a infraestrutura, levando à destruição da floresta.

Uma reavaliação das prioridades nacionais levaria à revisão desses projetos considerando o desmatamento que provocam — atualmente, os estudos de impacto ambiental para licenciamento de obras só avaliam os impactos diretos da infraestrutura, omitindo os indiretos, como a atração de pecuaristas e madeireiros às vias de acesso, resultando na derrubada da floresta.

Além da revisão dos planos de investimento, a criação de áreas protegidas e o efetivo cumprimento das leis ambientais também seriam de grande importância para a manutenção dos serviços ambientais da floresta amazônica — como a biodiversidade, o estoque de carbono (que ajuda a evitar o efeito estufa) e a ciclagem de água (que inclui a provisão de água para outras áreas, como São Paulo).

O valor econômico dos serviços ambientais é a chave para que se encare a questão do desmatamento sob uma nova ótica: isso transformaria a economia amazônica, hoje baseada na derrubada da floresta, levando a um novo modelo, fundado em sua manutenção.

Usar a floresta como provedora de serviços ambientais é uma alternativa plenamente sustentável, pois as perdas decorrentes da extinção desses serviços (com o desmatamento) seriam maiores do que os ganhos que o desenvolvimento predatório atual pode trazer [2].

A questão do transporte de água da Amazônia para o centro-sul do país ilustra claramente como manter grandes áreas de floresta amazônica é de maior interesse para o Brasil. É comum ouvir, no Brasil, a opinião de que existe uma conspiração permanente para enganar o país, fazendo com que este não desmate a Amazônia — essa renúncia beneficiaria outras partes do planeta, em detrimento dos interesses brasileiros.

Manter a floresta amazônica de fato beneficiaria o resto do mundo, mas isso não altera o fato de que o maior prejudicado com perda dos serviços ambientais da floresta amazônica é o próprio Brasil. É, portanto, do interesse do Brasil usar todos os mecanismos disponíveis para prevenir a perda de floresta amazônica [3].

NOTAS

[1] Fearnside, P.M. 2013. What is at stake for Brazilian Amazonia in the climate negotiations. *Climatic Change* 118(3): 509-519. doi: 10.1007/s10584-012-0660-9

[2] Fearnside, P. M. 2008. Amazon forest maintenance as a source of environmental services. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 80(1): 101-114. doi: 10.1590/S0001-37652008000100006

[3] Atualizado e expandido a partir de Fearnside, P. M. 2004. A água de São Paulo e a floresta amazônica. *Ciência Hoje* 34(203): 63-65; Fearnside, P. M. 2015. A seca e o desmatamento. *Ciência Hoje* 55(322): 52. As pesquisas do autor são financiadas pelo Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (proc. 304020/2010-9; 573810/2008-7), pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) (proc. 708565) e pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) (PRJ1).

Leia também:

- [Rios voadores e a água de São Paulo 1: A questão levantada](#)
- [Rios voadores e a água de São Paulo 2: A reciclagem da água](#)
- [Rios voadores e a água de São Paulo 3: A sazonalidade do transporte](#)
- [Rios voadores e a água de São Paulo 4: As razões da seca de 2014-2015](#)

Philip M. Fearnside é pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), em Manaus, do CNPq e membro da Academia Brasileira de Ciências. Também coordena o INCT (Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia) dos Serviços Ambientais da Amazônia. Em 2007, foi um dos cientistas ganhadores do Prêmio Nobel da Paz pelo Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas (IPCC).

Matérias relacionadas

- [Rios voadores e a água de São Paulo 4: As razões da seca de 2014-2015](#)
- [Rios voadores e a água de São Paulo 3: A sazonalidade do transporte](#)
- [Rios voadores e a água de São Paulo 2: A reciclagem da água](#)
- [Rios voadores e a água de São Paulo 1: A questão levantada](#)
- [Barragens Tropicais e Gases de Efeito Estufa: 3: Erros da Eletrobras](#)