

<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.

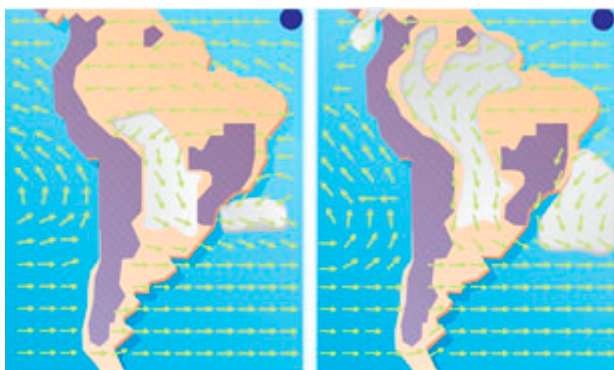


Figura 4. Orientação dos ventos do jato de baixa altitude sul-americano em junho-agosto (A) e em dezembro-fevereiro (B) — nesse último período, época chuvosa em São Paulo, o vento que vem da Amazônia traz mais água. Fonte: Redesenhado a partir de [5].

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 precipitationsheds 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: Rebrotas 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](#)