

**The text that follows is a REPRINT.
O texto que segue é um REPRINT.**

Please cite as:

Favor citar como:

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

ISSN 0100-4042

Copyright: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC)

The original publication is available at:
O trabalho original está disponível em:

<http://cienciahoje.uol.com.br/revista-ch/>

Philip M. Fearnside

Coordenação de Pesquisas em Ecologia, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
pmfearn@inpa.gov.br



A água de São Paulo e a floresta amazônica

Para prevenir futuros racionamentos de água e energia, os habitantes de São Paulo e Rio de Janeiro deveriam tomar posição contra o desmatamento da Amazônia. À primeira vista, a frase parece sem sentido, mas está correta. Estudos sobre o clima na América do Sul mostram que grande parte da água das chuvas responsáveis pelo enchimento de rios e reservatórios do Centro-sul do Brasil é 'exportada' pela floresta amazônica através de ventos de baixa altitude. Essa transferência pode ser reduzida, no futuro, se a derrubada de grandes áreas de mata não for evitada.

No início de novembro de 2003, os reservatórios que fornecem a água da cidade de São Paulo atingiram um nível mínimo: apenas 5% de sua capacidade. A água era racionada na maior metrópole brasileira e restavam poucos dias para o esgotamento das reservas. A cidade do Rio de Janeiro vivia situação parecida. O volume de água nos reservatórios que a abastecem correspondia a 14% da capacidade total e havia o risco de que secassem antes da estação chuvosa, em dezembro. Antes, 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.

Esses acontecimentos deveriam produzir uma consciência aguda 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 no Plano Plurianual 2004-2007) baseia-se em uma série de obras de infra-estrutura (rodovias, hidrelétricas e outras) que levarão a perdas significativas de floresta (ver 'O futuro da Amazônia:

os impactos do Programa Avançada Brasil', em *CH* n° 182). O processo de tomada de decisão que levou ao Plano não considerou efeitos mais amplos desse desmatamento, como a redução da água 'exportada' para São Paulo.

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 pelo autor, em Rondônia, 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 – 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. O escoamento superficial foi cerca de 10 vezes maior na área de pastagem.

Embora não se possa extrapolar 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 ▶

A questão do transporte de água da Amazônia para o Centro-sul do país ilustra claramente que manter grandes áreas de floresta amazônica é do maior interesse do país

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, escoar na superfície, vai para a rede fluvial e por fim é despejada no oceano Atlântico. Na floresta, porém, a água entra no solo, sendo em sua maior parte absorvida pelas raízes das árvores e relançada à atmosfera pela transpiração das folhas. Cerca de metade da chuva, na Amazônia, é constituída por água reciclada pela vegetação, segundo estudos do balanço de calor na floresta feitos pelo ecólogo Enéas Salati e colaboradores, utilizando isótopos de oxigênio na água. A quantidade de vapor d'água que entra na região com os ventos vindos do Atlântico é calculada em cerca de 10 trilhões de m³ por ano, enquanto a descarga média do rio Amazonas, na foz, é de 6,6 trilhões de m³ anuais. A diferença, em torno de 3,4 trilhões de m³ por ano, é

forçosamente exportada para alguma outra região (figura 2).

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 Paraguai, Uruguai e Argentina. Um 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 avaliado quando se definem as políticas para a região.

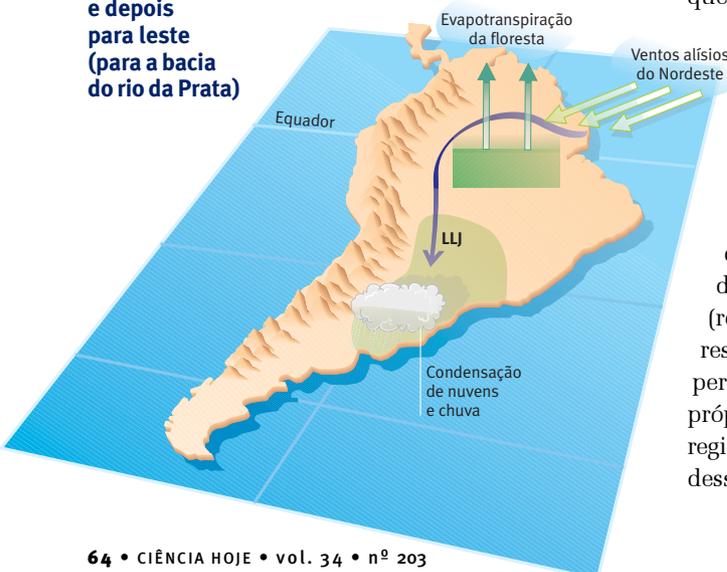
O volume de água exportado todo ano pela Amazônia (3,4 trilhões de m³) pode ser mais bem entendido se comparado à vazão média do rio Amazonas. A exportação representa 52% da vazão na foz do rio – e só quem viu o Amazonas com os próprios olhos pode ter uma idéia do enorme volume que isso significa. A quantidade de água exportada é pouco menor que a vazão média (3,8 trilhões de m³ por ano) medida no 'encontro das águas' dos rios Solimões e Negro, perto de 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 as chuvas dependem dessa fonte.

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 da América do Sul, inclusive São Paulo. As características do transporte de água da Amazônia para o Centro-sul do Brasil têm sido estudadas há duas décadas. Nos últimos dois anos, 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.

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 (cerca de 1 km acima do nível do mar). Entre junho e agosto, na estação seca no Sul do Brasil, apenas os ventos do sudoeste da Amazônia viram para o sul, levando vapor d'água, mas entre dezembro e fevereiro isso acontece com ventos de toda a região (figura 3). Embora a contribuição da Amazônia para a chuva no Centro-sul do país seja maior na estação chuvosa, mesmo na época seca 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. Há, na Argentina, uma forte preocupação com os possíveis efeitos, nas chuvas daquele país, do desmatamento continuado na Amazônia brasileira.

Na estação chuvosa, até 70% da precipitação em São Paulo depende do vapor d'água amazônico, de acordo com estudos do meteorologista Pedro Silva Dias, da Universidade de São Paulo. Os ventos que trazem esse vapor batem nas serras da Mantiqueira e do Mar, entre São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, provocan-

Figura 1. O vento 'jato de baixa altitude sul-americano' (LLJ) 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)



do chuvas nessas regiões. 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 dessas represas depende de poucas semanas de chuva intensa, em especial em dezembro, quando é máxima a contribuição da Amazônia, as conseqüências de qualquer redução no volume de vapor d'água vindo dessa região seriam muito sérias.

A água trazida a São Paulo pelo vento '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). De todo o vapor d'água que chega ao extremo oeste da região, 88% já foram reciclados no mínimo duas vezes, segundo estudos sobre o ciclo hidrológico do meteorologista Heinz Lettau, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, e colaboradores. A água amazônica presente nas chuvas em São Paulo provém de florestas na porção oeste da 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 reduz o volume de água que chega ao oeste amazônico.

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

DESCRIÇÃO	FLUXOS	COMPARAÇÃO
Do Atlântico para a Amazônia, por ventos alísios	10 (±1)	152%
Vazão média do rio Amazonas em sua foz	6,6	100%
Precipitação na bacia hidrográfica do Amazonas	15,05	228%
Evapotranspiração	8,43	128%
Vapor levado por ventos para outras regiões	3,4 (±1)	52%

de investimento do governo federal na região privilegiam a infra-estrutura, causando a destruição da floresta. Uma reavaliação das prioridades nacionais levaria à revisão desses projetos, considerando o desmatamento que provocam – hoje, os estudos de impacto ambiental para licenciar obras só avaliam os impactos diretos da infra-estrutura, omitindo os indiretos, como a atração de pecuaristas e madeireiros a suas 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 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 provedor de serviços ambientais é uma alternativa plenamente sustentável, pois as perdas decorrentes da extinção desses serviços (com o desmatamento) seriam maiores que os ganhos que o desenvolvimento predatório atual pode trazer.

A questão do transporte de água da Amazônia para o Centro-

sul do país ilustra claramente que manter grandes áreas de floresta amazônica é do maior interesse do país. 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

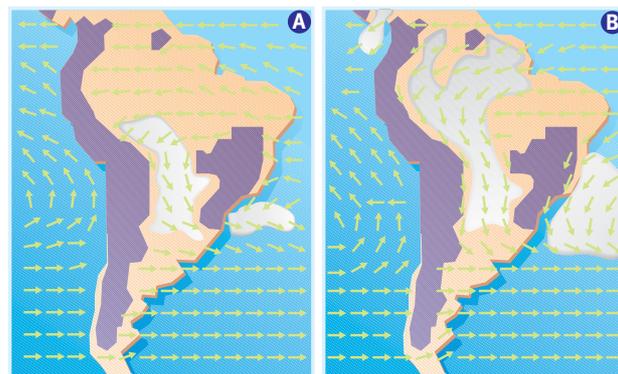


Figura 2. Fluxos de água na Amazônia (em trilhões de m³/ano) e comparação com a vazão média na foz do rio Amazonas (%)

Além disso, o mundo, mas isso não altera o fato de que o maior prejudicado com a perda dos serviços ambientais da floresta amazônica é o próprio Brasil. A continuação do desmatamento reduziria, por exemplo, o potencial do país para obter 'créditos de carbono' através do Protocolo de Kyoto (ver 'Como o efeito estufa pode render dinheiro para o Brasil', em CH n° 155, e 'Mudanças climáticas: impasses e perspectivas' e 'As florestas no acordo do clima', em CH n° 171). É, portanto, do interesse do Brasil usar todos os mecanismos disponíveis para prevenir a perda de floresta na Amazônia. ■

Figura 3. 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

NOTA DE CORREÇÃO

No artigo de Philip M. Fearnside “A água de São Paulo e a floresta amazônica” (CH No. 203), foram cortadas na produção final as citações de fonte das figuras 1 e 3. Os respectivos mapas foram redesenhados de:

Proyecto SALLJEX. 2003. PROYECTO SALLJEX (South American Low Level Jet Experiment). <http://ar.geocities.com/lapaginaderionegroyneuquen/temas/salltej.htm>

Nicolini, M., J. Marengo & M.A.S. Dias. 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. Interamerican Institute of Global Change Research (IAI), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, SP. 13 p.
http://www.prosur.fcen.uba.ar/documentos/_2002SalljGroup.pdf.