


As sementes ocultas da chuva

Pesquisadores encontram as partículas que faltavam para explicar a formação de nuvens na Amazônia

Nuvem de chuva em região de atmosfera limpa sobre a floresta: aerossóis concentrados próximo ao topo



Começa a ficar mais completa a resposta para uma questão que há duas décadas intriga quem estuda o clima e o padrão de precipitação na Amazônia: onde são produzidas as partículas microscópicas que ajudam a formar as nuvens de chuva na maior floresta tropical do planeta. Anos atrás, surgiu parte da resposta: as sementes das nuvens na Amazônia são partículas em suspensão (aerossóis) de origem orgânica – em especial, formadas a partir da transformação química do gás isopreno emitido pelas plantas –, em torno das quais se condensa o vapor-d'água e se formam as gotas de nuvens (ver Pesquisa FAPESP nº 97). Mas medições feitas por aviões a 4 quilômetros (km) do solo só detectavam uma fração dos aerossóis liberados pela floresta.

Agora o restante foi encontrado. As partículas de aerossóis estão nas nuvens, mas não na base delas, como se pensava. Em agosto e setembro de 2014 um jato alemão mediu a composição química e as características físicas das nuvens em 14 voos sobre a Amazônia. As medições integram uma campanha conjunta de dois projetos:

o Green Ocean Amazon (GoAmazon) e o Acridicon-Chuva, financiados pela FAPESP, pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas, pelo Instituto Max Planck e pelo governo norte-americano (ver Pesquisa FAPESP nº 217).

Capaz de voar à altitude de 15 km, o jato verificou que a maior parte das novas partículas de aerossóis está acima de 8 km – concentrada próximo ao topo das nuvens, que na Amazônia atingem 16 km de altura – nas regiões de floresta preservada. “Procuramos os mecanismos de formação dessas partículas por 20 anos”, conta o físico Paulo Artaxo, da Universidade de São Paulo (USP). “Agora vimos que a maior parte é formada nas nuvens e trazida para a superfície da floresta por correntes de ar descendentes”, explica o pesquisador, que coordena um projeto ligado ao GoAmazon.

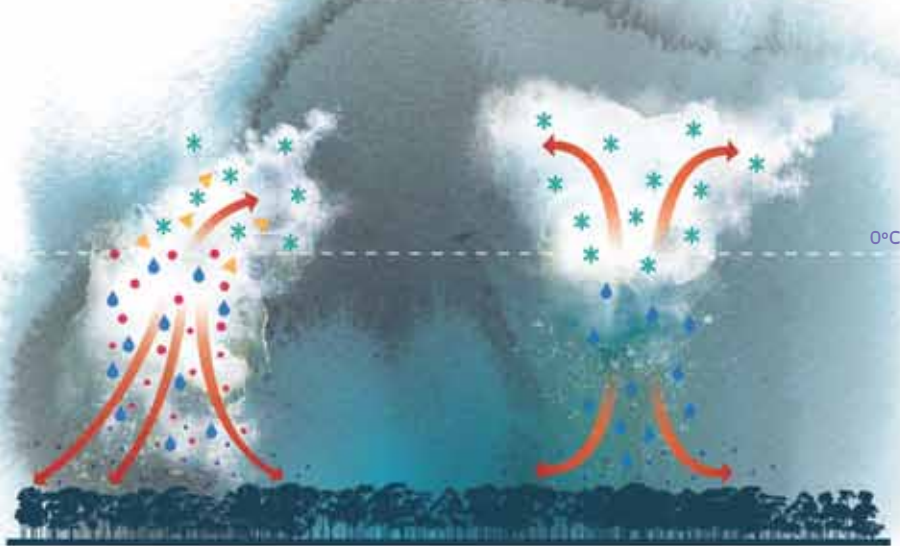
Os mecanismos de geração desses aerossóis nas nuvens ainda estão sendo estudados e não se sabe o quanto eles explicam das chuvas na Amazônia. Imagina-se que os gases orgânicos emitidos pela floresta entram nas nuvens profundas e, ao subir, empurrados por correntes de ar

ascendentes, congelam a -20 ou -30 graus Celsius e formam esses aerossóis. “A forte interação das nuvens com as emissões da floresta realimenta o ciclo hidrológico mais intenso do planeta”, diz Artaxo. “Em Rondônia, estado que derrubou 60% de suas florestas, a composição e as propriedades dos aerossóis mudam e a chuva é produzida por outros mecanismos.”

Em parte dos voos, o avião alemão foi acompanhado por uma aeronave norte-americana que coletava dados a altitudes menores e já havia sobrevoado a floresta meses antes, na estação chuvosa. Somadas aos dados de radares, satélites e sondas meteorológicas, essas informações revelaram dois padrões de nuvens na Amazônia. Sobre as regiões de floresta pouco alterada, quase sem poluição, as nuvens têm menos aerossóis. “Suas gotas concentram-se na base das nuvens, são maiores e crescem mais rápido, gerando chuvas abundantes”, conta o meteorologista Luiz Augusto Machado, pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) e coordenador do Projeto Chuva, que investigou os tipos e a distribuição das nuvens de chuva no Brasil.

Chuva ou tempestade

Levantamento identifica a existência de dois padrões de nuvens na Amazônia



Nas regiões de atmosfera limpa, a base das nuvens concentra poucas partículas de aerossol e forma gotas de nuvem maiores

Por colisão, essas gotas crescem rapidamente e se transformam em gotas de chuva, bem maiores, e geram precipitação abundante

- Direção da corrente de ar
- * Cristais de gelo e neve
- ▲ Graupel ou granizo
- Gota de chuva
- Gota grande de nuvem
- Gota média de nuvem
- Gota pequena de nuvem
- Partículas de aerossol

Isoterma de 0°C.
Acima desse limite, ocorre acúmulo de gelo, abaixo, de água líquida

Esse foi o perfil encontrado no entorno de Boa Vista, em Roraima. Nessa região de atmosfera limpa, a base das nuvens continha cerca de 200 gotas por centímetro cúbico (cm^3), cada gota com 100 a 1.000 micrômetros de diâmetro. Já na região da floresta que recebe os poluentes de Manaus ou das queimadas, as nuvens têm mais aerossóis. Com mais núcleos em torno dos quais se condensar, a água se distribui em mais gotas (400 por cm^3) de menor tamanho (60 micrômetros). Essas gotas demoram mais a ganhar volume e podem evaporar ao invés de chover. Essas nuvens são mais altas, têm mais cristais de gelo e geram raios frequentes.

A meteorologista Rachel Albrecht, do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG) da USP, observou ainda que nas regiões poluídas as nuvens de tempestade geram raios de um tipo incomum: positivos, em que a descarga é mais intensa e ocorre de uma só vez. Esses raios são mais frequentes no fim da estação seca, quando há mais queimadas.

“Conhecer esses mecanismos é fundamental para alimentar modelos de alta resolução espacial, com melhor capacidade de reproduzir chuvas locais e prever desastres”, diz Machado, que discutirá os dados do Acridicon-Chuva este mês em um workshop em Ilhabela, litoral paulista.

“O que estamos observando na região afetada pela pluma de poluentes de Manaus pode indicar o futuro de uma floresta tropical urbanizada”, diz Artaxo. “É representativo do mecanismo atual de formação de chuva na África ou na Indonésia, onde há muitas cidades em meio à floresta, ou em uma Amazônia mais urbana.” Maria Assunção da Silva Dias, meteorologista do IAG e pesquisadora do GoAmazon, alerta que o que ocorre na Amazônia pode ter impacto global. “Mudanças nas nuvens e nas chuvas da Amazônia”, diz, “afetam o clima ao redor do planeta”. ■

Ricardo Zorzetto

Projetos

1. GoAmazon: Interação da pluma urbana de Manaus com emissões biogênicas da Floresta Amazônica (nº 2013/05014-0); **Modalidade** Programa de Pesquisa sobre Mudanças Climáticas Globais; **Pesquisadores responsáveis** Paulo Artaxo Netto (IF-USP) e Maria Assunção da Silva Dias (IAG-USP); **Investimento** R\$ 3.246.351,45.
2. Processos de nuvens associados aos principais sistemas precipitantes no Brasil: Uma contribuição à modelagem da escala de nuvens e ao GPM (medida global de precipitação) (nº 2009/15235-8); **Modalidade** Projeto Temático; **Pesquisador responsável** Luiz Augusto Toledo Machado (Inpe); **Investimento** R\$ 2.362.708,53.

FONTE ROSENFELD D. ET AL. SCIENCE 2008

Nas regiões de floresta com poluição urbana ou de queimadas, as nuvens contêm mais aerossóis e formam gotas menores

Essas gotas demoram mais a ganhar corpo e podem evaporar, ao invés de chover. Formam nuvens mais altas, com mais gelo e raios