



...desaparece por frações de segundo...



...reaparece com outros contornos...



...e perde intensidade até morrer

Este campeonato é nosso

Triplicou o número de raios, que se concentraram nas regiões metropolitanas

País que se vangloria de não ter vulcões ativos, não estar na rota de furacões nem ser alvo de grandes terremotos, o Brasil tem, contudo, um problema que despensa com uma frequência devastadora: raios, sobretudo entre dezembro e março, quando chove intensamente no Sul e no Sudeste. Espanta a alta incidência de descargas elétricas no país: estimada em 100 milhões por ano, é a maior do mundo. A estimativa, precária e in-

direta, usa índices baseados no número de dias de tempestade numa região – o índice ceráunico. A partir dele, um cálculo fornece a provável incidência de raios na zona.

No Estado de São Paulo, o verão passado forneceu bom material. Um estudo do Grupo de Eletricidade Atmosférica (Elat) do Inpe revelou que, nas três regiões pesquisadas no projeto *Sidres*, o número médio de descargas foi três vezes maior (105 mil) no verão 2000/2001 do que no anterior (34 mil). “Interessante é que esse aumento não se deu de maneira uniforme no Estado, mas concentrado nas regiões metropolitanas”, revela Osmar Pinto Júnior, coordenador do Elat, que trabalha com apoio da FAPESP e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

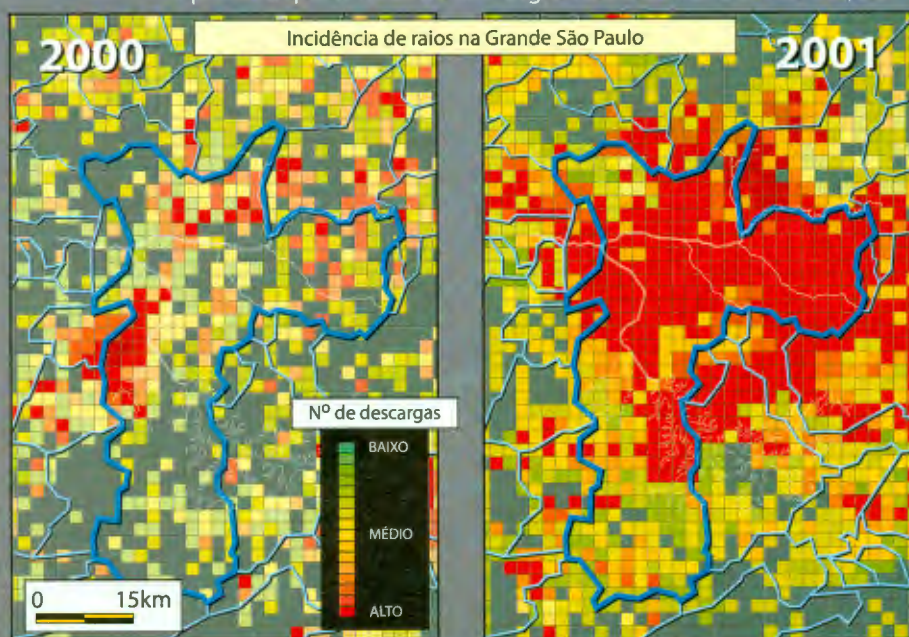
(CNPq). Motivado por notícias praticamente semanais de mortes por raios em cidades no início do ano, o trabalho usou dados do sistema de detecção que cobre o Sudeste. Pinto Júnior acredita que a amostragem reflita a realidade do Estado, mesmo sem abranger todo o território paulista. Afinal, são registros de três grandes regiões metropolitanas – Vale do Paraíba, São Paulo e Campinas –, que correspondem a cerca de 50% do território.

Nas três regiões, o número de raios aumentou, sobretudo no Vale do Paraíba, com cinco vezes mais no verão 2000/2001 que no anterior (50 mil raios contra 10 mil) e na Grande São Paulo, onde a incidência quase triplicou (40 mil contra 15 mil). Na área metropolitana de Campinas, o aumento foi bem menor: 15 mil descargas no último verão contra 9 mil no anterior.

Por que o número de raios aumentou no Estado? Não há resposta

Mais raios sobre a cidade

Triplicou a quantidade de descargas elétricas no último verão, sobretudo nas áreas mais quentes



definitiva, mas o especialista suspeita que o vilão seja o aumento da temperatura média deste verão, cerca de 4 graus mais quente que o anterior.

A hipótese faz sentido, pois se baseia no fato de que regiões tropicais têm mais tempestades – e mais relâmpagos – que as temperadas. É simples: onde a temperatura é mais

alta, há mais evaporação de água, matéria-prima da formação das nuvens, entre elas os cúmulos-nimbos – que são as fábricas de tempestades e raios.

Por isso, Pinto Júnior acredita que o calor extra do verão passado seja a principal causa do aumento de raios. Esse verão mais quente pode decorrer do fenômeno *La Niña*, que

resfria as águas superficiais do Pacífico Sul e repercute no clima de quase todo o planeta. “Também pode estar ligado ao aumento da temperatura do Atlântico. Mas, nesse caso, ainda não dispomos de dados para justificar tal associação.”

Outro achado impressionou: o aumento de raios não foi uniforme

A gênese do “castigo dos deuses”

A humanidade sempre buscou uma explicação para o raio. Povos antigos como os gregos e os vikings, bem como os primeiros seguidores do budismo, achavam que o raio era uma arma dos deuses para castigar os humanos. Na segunda metade do século 18, o norte-americano Benjamin Franklin mostrou que raios são eventos de natureza elétrica.

Sabe-se que vulcões em ação, tempestades de neve ou poeira e explosões termonucleares podem provocar relâmpagos. Mas a maioria absoluta surge de nuvens de tempestade elétrica – as nuvens do tipo cúmulo-nimbo, que funcionam como

hidrelétrica planando a cerca de 5 quilômetros de altura e com extensão vertical de 7 a 13 quilômetros.

Formadas por gotículas de água, cristais de gelo e partículas de poeira de tamanhos diversos, essas nuvens ficam eletricamente carregadas devido a colisões internas resultantes das fortes correntes de ar ascendentes e descendentes. Acredita-se que as partículas de menor tamanho adquiram carga positiva e as maiores, carga negativa. A gravidade e as correntes de ar fazem com que essas cargas se separem, criando na nuvem um pólo positivo no topo e um negativo na base. “A nuvem fica parecida com uma pilha, que também tem essa disposição elétrica”, diz Odím Mendes Júnior.

Pronto. Estão dadas as condições para que um desequilíbrio

gere um raio em menos de 1/50 de segundo. Mais de dois terços dos raios que tocam o solo nascem na base das nuvens, no pólo negativo. Ali, campos elétricos intensos rompem o isolamento elétrico do ar: elétrons acelerados e fótons ionizam o ar. Ao propagar-se, o fluxo de elétrons busca o melhor caminho para restabelecer o equilíbrio elétrico, muitas vezes desenvolvendo ramificações e tortuosidades, até atingir o ponto da superfície onde se formou o pólo oposto (positivo) ao que o originou.

Cargas de polaridade diferente se atraem. Por isso, a 50-100 metros do solo, o fluxo descendente negativo faz emergir da superfície carregada eletricamente o fluxo positivo. A junção de ambos completa o canal,

nas regiões pesquisadas: concentrou-se nas zonas mais urbanizadas, mais quentes – pelo efeito de ilhas de calor – e com alta ocupação do solo, enquanto teve presença mais discreta nas porções rurais, que são menos industrializadas e mais frias.

Assim, os locais com mais raios na Grande São Paulo foram justamente os mais quentes e ocupados: basicamente as zonas Centro, Norte e Leste da Capital e as áreas densamente ocupadas das divisas com o ABC e Osasco (ver mapas). Também nas regiões de Campinas e Vale do Paraíba, as áreas mais afetadas são das grandes cidades: Campinas, São José dos Campos e Jacareí.

Se um verão muito quente provoca mais raios, há, então, a tendência de grande parte desses relâmpagos extras dirigir-se justamente para os pontos mais quentes desse ambiente já aquecido? Em suma, para as grandes cidades? “É possível, mas não dá para se afirmar isso. Essa teoria, baseada no que aconteceu no último verão em São Paulo, tem um problema: parece só fazer algum sentido justamente para explicar o que se passou durante esse período específico.” Pinto Júnior lembra que, nos dois ve-

rões anteriores, a correlação entre raios e regiões metropolitanas não foi tão clara. “Parece que há outros fatores em jogo. É possível que essa correlação até seja verdadeira, mas só faz sentido em anos com verões extremamente quentes.” Nos mais brandos, não haveria relação tão direta.

Mais estudos - A questão requer estudos longos, sobre grandes séries históricas. “A qualidade dos dados sobre relâmpagos só se tornou plenamente confiável a partir de 1998. Não podemos usar material mais antigo.”

Se o calor em excesso continua o principal suspeito, Pinto Júnior não descarta a hipótese de que outros fatores influam nas grandes cidades,

como a poluição do ar, embora nada disso tenha comprovação científica.

No ano, até meados de maio, houve 56 mortes por raios no país, sendo 22 no Estado. “A menos que haja uma mudança significativa, a estimativa é de que 120 brasileiros possam ser mortos por descargas elétricas este ano. É a nossa média histórica”, diz Pinto Júnior, autor do livro *Tempestades e Relâmpagos no Brasil*. Em 1996, houve até mais vítimas fatais: cerca de 150.

Para ele, o medo de raios cresceu porque muitas vítimas estavam em grandes cidades, onde a incidência aumentou. “Só na cidade de São Paulo, houve cinco mortes em janeiro. É lógico que isso chama mais a atenção dos meios de comunicação do que se tivesse havido o mesmo número de vítimas fatais em áreas remotas do interior do país. A morte num centro urbano é o que realmente choca as pessoas.”

O PROJETO

Sistema de Detecção de Raios do Estado de São Paulo (Sidres)

MODALIDADE

Linha regular de auxílio à pesquisa

COORDENADOR

OSMAR PINTO JÚNIOR - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe)

INVESTIMENTOS

R\$ 35.530,00 e US\$ 51.529,00

cria a descarga de alta intensidade – em geral, 30.000 ampères – e produz o canal luminoso.

Menos frequentes, os raios originados no topo das nuvens de tempestade saem de uma região de carga positiva. Quando caem, drenam elétrons ao longo do canal e, ao final do trajeto, fazem ascender um fluxo de retorno de polaridade negativa.

Luz e som - O raio é visível porque a corrente produzida pela nuvem superaquece e ioniza o ar ao redor do canal, gerando um filete de luz. Além disso, a expansão abrupta desse ar muito quente gera uma onda de choque que, ao se propagar a diferentes velocidades, produz o som típico do trovão.

Companheiros inseparáveis, raio e trovão são simultâneos, mas parece que o trovão acontece depois do relâmpago porque a velocidade da luz (300 mil quilômetros por segundo) é maior que a do som (330 metros por segundo). Calcula-se que observadores situados a mais de 20 quilômetros de um raio conseguem vê-lo, mas não ouvir o trovão.

Há dois grupos de raios: os restritos à atmosfera, mais numerosos, e os que atingem a superfície. No primeiro grupo estão o raio intra-nuvem, que surge num cúmulo-nimbo e despeja a descarga dentro dele; o entrenuvens, que sai de uma e atinge outra; e o que joga a carga no ar, para o lado ou para cima. No segundo grupo, há os raios nuvem-solo, responsáveis por 99% das

ocorrências que envolvem a superfície, e os solo-nuvem, de sentido inverso e em número bem menor.

Em termos de polaridade, os raios podem ter carga negativa – mais de dois terços do total –, positiva e mesmo bipolar (pouco comum). Ainda falta documentar os tipos muito raros, como os aparentemente desconectados e com formato quase esférico, chamados de relâmpagos-bola.