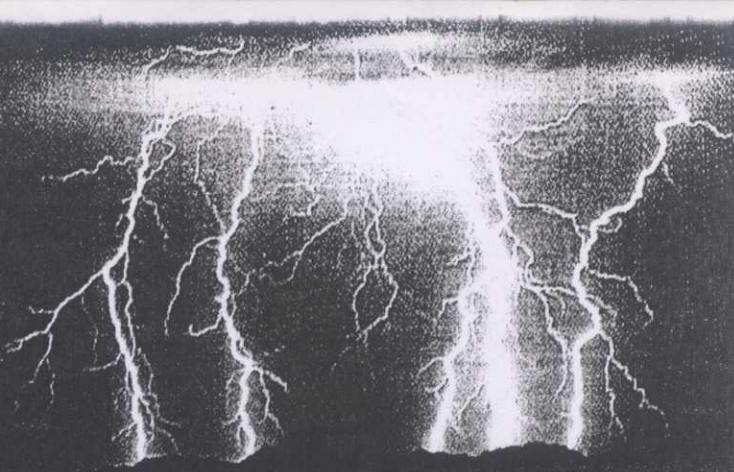


# As explicações da ciência para o fenômeno dos raios

Professores da USP explicam as razões científicas dos raios — que caem 15 mil vezes por ano sobre o Estado de São Paulo — e dão dicas sobre como se comportar diante de uma tempestade

HILDA PRADO



Diz o dito popular que um raio não cai duas vezes no mesmo lugar. Mas não arrisque a sorte, porque as pesquisas indicam que só o Empire State Building, em Nova York, foi atingido oito vezes em uma única tempestade. Isso não acontece apenas nos Estados Unidos, porém. O Brasil é campeão mundial em frequência e intensidade de raios, segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe). Somente em São Paulo caem, anualmente, cerca de 15 mil raios, enquanto a Amazônia registra 100 mil raios por ano, com média de 20 descargas por quilômetro quadrado.

Para segurar um feixe de raios, só mesmo Zeus — o deus dos deuses —, pois a intensidade de um raio pode variar de 2.000 e 200.000 amperes, como explica Alexandre Piantini, pesquisador do Instituto de Eletrotécnica e Energia (IEE) da USP. "Para se ter uma idéia do que isso significa, uma pessoa pode morrer com uma corrente de 0,5 ampere circulando pelo corpo." O circuito doméstico consome cerca de 15 amperes.

Os raios são um fenômeno físico comum nos meses de março, abril, novembro e dezembro, épocas de calor intenso e maior umidade relativa do ar. Quando as nuvens do tipo cúmulos nimbo — com dois ou três quilômetros de base e situadas a 12 quilômetros de altura — aparecem no céu, é prenúncio de tempestade com raios e trovões. Os cúmulos nimbo são formados de gotas super-resfriadas e cristais de gelo. Na base da nuvem ficam as gotas e forma-se um campo negativo. Os cristais sobem e formam o campo positivo. "Não se sabe exatamente por que, mas na parte inferior ficam alguns pontos positivos", explica o físico Adilson Wagner Gandu, professor do Departamento de Meteorologia do Instituto de Astronomia e Geofísica (IAG) da USP.

Quando a base negativa atinge

um determinado valor crítico, surge a primeira carga, que vai sendo sucedida por outras que vão descendo. Quando se encontram a cerca de 50 metros do solo, forma-se um campo positivo na terra, que começa a "subir". Nesse momento ocorre o raio, cujo *flash* dura cerca 0,3 segundos — uma velocidade acima da capacidade de registro do fenômeno completo pelo olho humano, que percebe apenas a luz. A temperatura nesse "canal" — que gira em torno de 1.000 graus Célsius — provoca o deslocamento de ar, causando o estrondo.

## É hora de se abrigar

Na hora da tempestade, abrigue-se, preferencialmente, em casa ou em lugares fechados. Hélio Sueta, chefe da seção de Altas Correntes do IEE, explica que não existe proteção 100% segura. A área de proteção de um pára-raio corresponde a um ângulo de 45 graus, cujo vértice é o alto da haste do equipamento. Os pára-raios mais comuns são o do tipo Franklin (haste metálica com condutor até o aterramento) e o Faraday (uma gaiola formada por um anel superior, com várias hastes ligando a outro anel colocado no aterramento).

Quem estiver no carro ou no ônibus não precisa ter medo. "Os veículos são os melhores pára-raios: funcionam como perfeitas gaiolas de Faraday. A corrente elétrica se espalha rapidamente pela superfície metálica externa do veículo e descarrega para o solo, sem perigo", explica Gandu. Ao contrário do que muita gente pensa, os pneus não funcionam como protetores, pois não resistiriam à intensidade da corrente.

Quem for surpreendido pela tempestade na praia ou no campo deve se agachar, com os pés juntos, e manter a cabeça abaixada. O raio, que sempre cai nos pontos mais altos, provoca uma "onda" concên-

trica de energia, que vai se propagando de forma decrescente pela terra. Esse fenômeno, denominado tensão de passo, pode ser fatal para quem tiver um pé em cada faixa e por isso é importante ficar com os pés juntos e nunca se deitar no chão." É a tensão de passo que causa a morte da maioria do gado bovino e equino no campo, conta Celso Pereira Braz, chefe da seção de Alta Tensão do IEE.

Um bom exemplo disso é o caso dos passarinhos, que não morrem quando pousam na rede elétrica exatamente porque estão com dois pés no mesmo fio. "Caso colocassem um pé em cada fio seriam eletrocutados por causa da diferença de tensão entre uma rede e outra", explica Braz.

Gandu diz que as pessoas atingidas pela tensão de passo sofrem parada cardiorrespiratória e todo o metabolismo do corpo cessa. "Se for atendida a tempo, é possível a recuperação." Sueta conta que há alguns relatos de pessoas atingidas por raio que sobreviveram. "Há duas explicações possíveis: provavelmente o raio se bifurcou e a corrente se dividiu, diminuindo a intensidade da carga, ou a pessoa foi vítima da tensão de passo." Mas tudo depende muito das condições físicas da pessoa, segundo Sueta.

Os pesquisadores são unânimes nos seus conselhos: evitar lugares altos e não se abrigar sob árvores. Quem estiver nadando deve sair da água — principalmente no mar, por causa do sal —, que é um elemento condutor de eletricidade. Objetos metálicos não "atraem" raios nem protegem ninguém.

## 5.5 Preocupações do cotidiano

Os transtornos causados por um raio abrangem uma área de um quilômetro e meio, segundo Sueta. O ideal é desligar todos os equipamentos — fax, fax-modem, micros, tevê, som e eletrodomésticos em

geral — quando começa uma tempestade ou adquirir um supressor de surto, que funciona como pára-raio de baixa tensão, avisa Braz. Esses problemas nem sempre são causados pelo raio que caiu nas proximidades, mas pelas "piscadas" de energia, provocadas por descargas que atingem as redes de distribuição de energia.

Mas os especialistas são unânimes também em desmentir uma arraigada crença popular — aquela que diz que, quando há tempestades com raios, deve-se desplugar das tomadas os aparelhos eletrodomésticos. Na verdade, o melhor é deixar os aparelhos plugados, pois se a tomada estiver desocupada o raio sairá por ela e atingirá a pessoa que estiver mais próxima. É melhor deixar queimar a televisão ou o rádio.

Como o raio é uma corrente elétrica que emite um campo eletromagnético, as linhas de distribuição de energia das concessionárias são um alvo bastante freqüente. Cerca de 40% dos desligamentos da linha são motivados pela queda de raios, que trazem sérios prejuízos para as empresas e para os consumidores em geral. O problema causa tanta preocupação que funcionários dessas empresas registram no calendário os dias em que ouvem trovoadas.

São Paulo está planejando comprar um conjunto americano de equipamentos, que permite localizar as áreas do Estado onde os raios caem — o que permitirá aumentar os sistemas de segurança da região — e ainda acompanhar na tela do micro a direção da tempestade. O sistema, que já existe em Minas Gerais e Paraná, deverá ser adquirido em conjunto pelas companhias privadas e estatais de energia (CPFL, Eletropaulo e Cesp). Inpe, empresas de seguro e de televisão, com o apoio de uma agência financiadora.

Na mitologia grega, os raios, forjados pelos ciclopes, eram considerados a palavra e a manifestação da

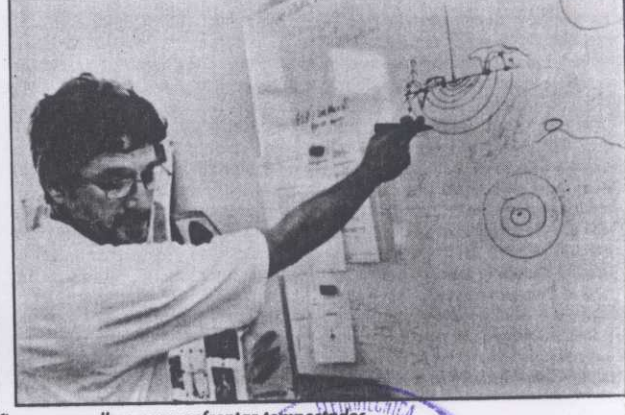
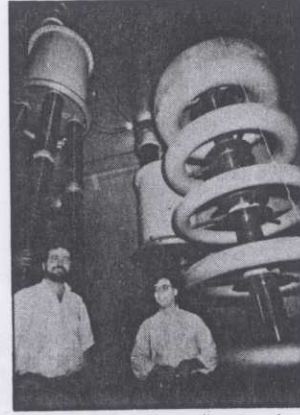
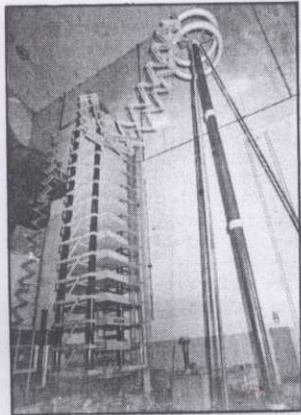
vontade de Zeus. As pessoas fulminadas eram tidas como marcadas por um sinal misterioso, que os sacerdotes interpretavam, e os cadáveres eram simplesmente cobertos de terra. O raio era um dos símbolos de poder de Zeus — os outros eram o cetro e a águia. Hefestos era o deus do raio. Como ele mancava, o movimento tortuoso do raio imitava o seu andar claudicante.

A ignorância das pessoas sobre o fenômeno gerou uma série de superstições. Na Idade Média, uma das profissões mais perigosas era a do sineiro, porque ao começar as tempestades ele tinha de ir ao campanário tocar o sino, para avisar os camponeses. No alto da torre, ele se tornava um alvo vulnerável.

O fenômeno só começou a ser estudado cientificamente em meados do século 18, quando Benjamin Franklin iniciou suas pesquisas, que foram continuadas mais tarde com Thoman D'Alebars. Os pára-raios — que não atraem raios mas conduzem a eletricidade com segurança para a terra — continuam a ser os equipamentos mais seguros: eles dão uma proteção que varia entre 98% e 95%.

Há alguns anos foram criados pára-raios com partículas radioativas, que emitiam ions que, imaginava-se, protegiam uma área maior do que o aparelho tradicional. "Eles foram proibidos porque não davam a proteção que o fabricante anunciava e criavam problema ambiental", diz Sueta.

O problema é retirar esse tipo de pára-raio: ele deve ser manuseado com luvas, colocado em um recipiente cheio de papel picado ou isopor, depois lacrado e encaminhado para o Inpe. O transporte envolve cuidados especiais, que exigem desde um médico responsável e a identificação do veículo até o pagamento de uma taxa de armazenamento. Resultado de toda essa dificuldade para retirar os pára-raios proibidos: a cidade está cheia deles — e ainda há alguns até na USP.



Piantini (à esquerda), o simulador do IEE, Braz, Sueta e Gandu: explicações científicas e conselhos para enfrentar tempestades