

STUART CLARK
OS REIS DO SOL

Tradução de
LAURA RUMCHINSKY

Revisão técnica de
RONALDO MOURÃO

1ª edição



EDITORA RECORD
RIO DE JANEIRO • SÃO PAULO
2016

PRÓLOGO

Os anos do cão

Dizem que os cães envelhecem sete vezes mais rápido que os humanos. Ninguém está mais consciente disso do que os homens e mulheres responsáveis por um velho cão de guarda eletrônico, que trava uma batalha diária contra a decrepitude em nome da ciência. O Observatório Solar e Heliosférico, conhecido universalmente como SOHO (sigla do nome em inglês, Solar and Heliospheric Observatory), é um animal eletrônico, estacionado a uma distância de 2,4 milhões de quilômetros, em um dos ambientes mais hostis, onde não se esperava que alguma espaçonave pudesse sobreviver. Ali, SOHO é continuamente bombardeado, não apenas pela luz, pelo calor e pelos raios X do Sol, mas também por um vento de átomos fragmentados, lançados ao espaço pelas imprevisíveis forças solares.

Se esse cão de guarda fosse um animal de carne e osso, esse ataque violento há muito tempo teria desencadeado um câncer fatal. No mundo das máquinas, o equivalente seria uma degeneração inexorável, pois o bombardeio subatômico gradualmente corrói os órgãos eletrônicos da espaçonave. Em 2003, após quase oito anos no espaço, SOHO deixou de contar com algumas câmeras e outros sistemas eletrônicos. Sua antena não mais conseguia apontar na direção correta, e sua capacidade de captar a luz solar como energia estava reduzida a quase um quinto. Contudo, continuou a prestar seu serviço, monitorando constantemente a superfície efervescente do Sol, em busca de pistas que pudessem algum dia solucionar um mistério de 150 anos: por que enormes explosões assolam

o Sol de tempos em tempos. E, mais importante, como elas nos afetam quando a Terra se encontra acidentalmente na rota da onda de choque.

O Sol é o coração do nosso sistema solar. É uma imensa esfera de gás, com mais de cem vezes o diâmetro da Terra. A temperatura de sua superfície é de 6 mil graus Celsius; seu núcleo chega a bem mais de 10 milhões de graus. Sua gravidade guia a Terra e os outros planetas em suas órbitas; seu calor proporciona a energia vital para plantas e animais na Terra. Assim como um coração, o Sol também pulsa. Esse movimento não é visível, consistindo em um acúmulo gradual de força e um subsequente enfraquecimento da gigantesca bolha magnética que emana do interior do Sol e envolve todos os planetas. Como convém a um corpo celeste com cerca de 4,6 bilhões de anos de idade, cada uma dessas pulsações magnéticas leva onze longos anos, mais ou menos, para se completar.

Assim, na carreira média de um cientista, pode-se esperar que isso ocorra quatro vezes. O que torna o entendimento sobre o Sol tão difícil quanto um biólogo tentando deduzir o ciclo de vida de uma criatura desconhecida observando-a apenas durante o tempo de testemunhar quatro batidas de seu coração. Por conseguinte, a astronomia solar é uma ciência para várias gerações. Cada novo grupo trabalha para acumular um legado de observações mais apurado para os que virão a seguir.

Ninguém sabe quando tal conjunto de provas estará suficientemente farto para proporcionar a compreensão necessária, ou quando a tecnologia estará madura o bastante para proporcionar a observação incisiva final. Cada nova geração de astrônomos trabalha com a mesma ambição que norteou seus antepassados científicos: que sejam eles a desvendar finalmente o mistério do Sol. Quando ocorreu um intenso surto de atividade solar em 2003, os astrônomos do SOHO perceberam que estavam diante da oportunidade de suas vidas — se sua espaçonave conseguisse sobreviver.

Durante os meses de outubro e novembro daquele ano, o Sol foi sacudido por uma sucessão de explosões conhecidas como erupções solares, os mais potentes eventos que podem ocorrer no sistema solar. Diante de uma erupção solar, uma bomba atômica pareceria um fogo de artifício e, ao longo dos quatorze dias abrangendo o período de Halloween, cerca

de dezessete delas explodiram em todo o Sol. Cada uma provocou um poderoso “sismo solar” e engolfou SOHO em uma onda de radiação debilitante. Algumas delas também desencadearam grandes erupções, cada uma das quais expelia para o espaço bilhões de toneladas de gás carregado de eletricidade, com poder para destroçar qualquer coisa que estivesse em seu caminho, fosse a minúscula espaçonave SOHO ou todo o planeta Terra.

Os cientistas observavam, imersos em um misto de excitação, espanto e temor. Ninguém sabia quanto tempo SOHO poderia sobreviver sob circunstâncias normais, e muitos anos naquelas condições. Os controladores do SOHO pouco podiam fazer além de esperar pelo melhor, aguardando em suas salas no Centro de Voos Espaciais Goddard da Nasa, em Greenbelt, enquanto assistiam a sua nave recebendo o pior castigo de sua vida.

Apenas algumas semanas antes, não havia nenhum indício de tal atividade na superfície ardente do Sol. Na verdade, ele estava tão calmo que os cientistas começavam a pensar que ele havia se acomodado em uma de suas periódicas fases de repouso. Então o Sol começou a tremer.

SOHO captou essa palpitação solar no início de outubro, e os cientistas começaram a procurar sua causa. Não conseguiram descobrir nada na face visível e, assim, concluíram que algo na outra face estava desfechando ondas de choque por todo o Sol. Eles não tinham alternativa a não ser esperar que ele completasse sua lenta rotação para poderem visualizar o que quer que estivesse ocorrendo.

Em 18 de outubro eles localizaram uma mancha mais escura perto da borda leste do Sol. No começo, mal era visível, pouco maior do que uma pequena marca. Vinte e quatro horas depois, havia crescido até tornar-se uma ferida feia, sete vezes maior do que a Terra. Era uma gigantesca mancha solar. As manchas solares aparecem de tempos em tempos, mas costumam ser muito menores do que aquela monstruosidade. Ocorrem quando nódulos de magnetismo emergem do interior do Sol, resfriando o gás ao seu redor, fazendo com que este pareça mais escuro em comparação com o resto da superfície. Astrônomos do Oriente foram os primeiros a avistar as manchas solares milhares

de anos atrás, observando-as a olho nu quando o Sol passava por trás de nuvens tênues ou de véus de neblina.

Hoje os astrônomos sabem que erupções muitas vezes explodem acima das manchas solares, e não levou muito tempo para aquela mancha ganhar ímpeto. A primeira erupção do Halloween ocorreu sobre a mancha intumescida em 19 de outubro. Seu jato de radiação quase imediatamente cortou as transmissões de rádio por cerca de uma hora na face iluminada da Terra. A explosão não reduziu a mancha, que continuou a se expandir, e o Sol continuou a tremer. Eles estavam intrigados. Aquela mancha em particular era quase desprezível quando apareceu, mas o Sol já estava agitado antes disso. Seria aquilo uma indicação de que uma outra mancha já totalmente formada estava a caminho?

As suspeitas se confirmaram em 21 de outubro, quando SOHO transmitiu a próxima de sua interminável sequência de imagens, atualizada a cada quinze minutos. Em um lado do Sol, os cientistas puderam ver as conseqüências de uma grande erupção que havia ocorrido fora de visão, sobre o horizonte leste do Sol. A erupção tomou a forma de uma nuvem de gás quente expandindo-se para o espaço. Imagens subsequentes daquele dia revelaram uma segunda explosão de gás fervilhante vinda do mesmo local. Mais uma imensa mancha devia estar assomando pela face oculta. Os cientistas calcularam que a rotação do Sol a traria para o campo de visão em alguns dias.

Enquanto isso, eles ainda tinham a primeira mancha gigante para observar. Em 22 de outubro, ela voltou a se manifestar, e, dessa vez, a explosão deflagrou sua própria erupção de gás solar. Maior do que um planeta, a erupção gasosa continha um coquetel infernal de partículas, a maior parte delas eletricamente carregadas, e todas a uma temperatura de alguns milhões de graus Celsius, correspondendo a cerca de 10 mil vezes o calor de um forno doméstico. Ao observar a nuvem de gás em expansão avançando para o espaço, eles compreenderam que uma parte dela atingiria a Terra.

Enquanto a luz e os raios X de uma erupção cruzam os quase 150 milhões de quilômetros que nos separam do Sol em apenas 8 minutos, cada estrondosa erupção de partículas leva entre 18 e 48 horas para chegar.

Ao aproximar-se o momento do impacto, os astronautas Michael Foale e Alexander Kaleri se encolheram no módulo mais fortemente blindado da Estação Espacial Internacional, para escapar da tempestade mortífera. As companhias aéreas instruíram seus pilotos para reduzir a altitude, na esperança de que a atmosfera terrestre pudesse proteger passageiros e tripulações de doses de radiação mais altas do que o normal. Também desviaram os voos das rotas polares, que, segundo as pesquisas, são as mais vulneráveis a altos níveis de radiação durante as tempestades solares.

Cerca de meia hora antes de atingir a Terra, a tempestade passou sobre SOHO, desligando as câmeras e produzindo cargas elétricas que poderiam fazer os sensíveis equipamentos entrar em curto-circuito. SOHO sobreviveu, mas nem todos os satélites tiveram a mesma sorte. A primeira baixa eletrônica foi o satélite meteorológico Midori 2, da Agência Espacial Japonesa, que emudeceu durante o bombardeio e desde então não deu mais sinal de vida. Outros satélites apresentaram mau funcionamento ou se desligaram temporariamente, ficando à espera das mensagens de reativação dos controladores de terra.*

Na superfície da Terra, poucos problemas foram relatados, mas quem observava o céu notou a ocorrência de auroras brilhantes. Esses espetáculos naturais de luz são causados por partículas solares que colidem com as moléculas de nossa atmosfera. Normalmente ocorrem perto dos polos norte e sul da Terra, e sua intensidade é reconhecida como um barômetro para medir a atividade do Sol. Por ocasião do Halloween de 2003, o brilho espectral das auroras iluminou o céu muitas vezes.

À medida que o Sol girava, a mancha solar continuava a expelir uma rajada após outra de material eletrificado, que, a cada descarga, ficava progressivamente mais perto de atingir a Terra com um golpe direto. Em 26 de outubro, a mancha solar havia aumentado para mais

* Muitas vezes, isso ocorre porque a tempestade solar “cega” temporariamente os dispositivos de navegação dos artefatos espaciais. Essas pequenas câmeras, chamadas *rastreadores estelares*, observam as estrelas, para permitir que um veículo espacial saiba para onde está apontando. Com o rastreador desligado, o veículo não tem como saber sua trajetória. Para evitar que envie impulsos em todas as direções a fim de tentar corrigir seus problemas de equilíbrio constatados, a nave “adormece” e aguarda um sinal de despertar da Terra, quando o perigo tiver passado.

de dez vezes o diâmetro da Terra, tornando-a a maior em mais de uma década — e já não estava mais sozinha.

A segunda mancha solar finalmente apareceu pela borda leste do Sol, e era ainda maior do que a primeira. Ver uma mancha solar gigante era impressionante, mas duas era aterrador. Para anunciar sua chegada, o segundo nódulo serpenteante de magnetismo produziu uma erupção maciça, que emudeceu alguns rádios. Para não ficar para trás, a mancha original também se manifestou.

E continuou assim. Cada novo dia trazia uma nova erupção e explosão. A questão já não era se a Terra seria atingida, mas simplesmente qual seria a força do golpe.

Em 28 de outubro, os piores temores dos cientistas se concretizaram. Quando se alinhou com a Terra, a mancha original explodiu com a mais poderosa erupção já vista. Uma energia 50 bilhões de vezes maior do que a de uma bomba atômica foi liberada, provocando o colapso quase imediato das comunicações em todo o mundo. O sistema mundial de chamadas de emergências marítimas ficou inoperante por quarenta minutos, perdeu-se o contato com expedições no monte Everest e transmissões truncadas de rádio prejudicaram as equipes que combatiam o fogo em florestas da Califórnia. Dez vezes mais distante no espaço do que a Terra, a nave Cassini da Nasa estava orbitando Saturno, o planeta dos anéis, e também foi atingida por um deslocamento de ondas de rádio, liberadas pela erupção.

E não foi só isso; a erupção desencadeou uma enorme explosão solar, que arremessou para o espaço um bilhão de toneladas de gás a uma temperatura de um milhão de graus, exatamente na direção de SOHO e da Terra. Isso foi demais, mesmo para cientistas ávidos por informações. Eles enviaram um comando para SOHO, para passar para o “modo de segurança” de baixa energia, desligando o equipamento vulnerável. Continuar as operações em face dessa nova erupção seria o equivalente científico a empinar uma pipa no meio de uma trovoadas usando para controlá-la uma corda de piano no lugar da linha. Assim, eles fecharam os olhos da nave e se concentraram apenas em mantê-la viva.

Quando chegou à Terra, a tempestade estava violenta. A erupção solar havia projetado a explosão ao espaço, à assombrosa velocidade de 2.300 km/s. Dessa forma, os gases eletrificados levaram apenas doze minutos para colidir com a Terra, após atingir SOHO.

De novo, os satélites em órbitas terrestres começaram a comportar-se de modo errático. As companhias aéreas rapidamente alteraram suas rotas, instruindo todos os aviões a voarem abaixo do paralelo que passa pelo norte da Escócia, pela baía de Hudson até a extremidade inferior do Alasca e atravessa a Rússia (57 graus norte). Quando os controladores de tráfego aéreo impuseram essas restrições, os atrasos começaram a se acumular nos aeroportos. As altitudes dos voos foram fixadas em menos de 25 mil pés, e o combustível adicional necessário para enfrentar a atmosfera mais densa em pouco tempo provocou um aumento de custos de milhões de dólares.

Quando as partículas atingiram o escudo natural de magnetismo da Terra, correntes erráticas se espalharam pelas linhas de força do norte, vindo a danificar estações de energia e deixando no escuro 50 mil pessoas na Suécia. Nos Estados Unidos da América, a força de duas usinas nucleares de Nova Jersey foi reduzida, pois temia-se que pudessem ser danificadas pelas ondas de energia. Bússolas magnéticas oscilavam loucamente para frente e para trás quando os gases eletrificados que provinham do Sol atacavam nosso planeta.

Quando a tempestade amainou, a mancha solar disparou outra rajada de volume similar contra a Terra. Na verdade, entrando por novembro, erupções e explosões perturbaram nosso planeta repetidamente. Durante esse período, simplesmente não se podia confiar nas comunicações de rádio, a recepção da televisão por satélite tornou-se instável, telefones celulares pararam de funcionar em alguns países, e o GPS (Global Positioning System) fornecia leituras incorretas. Parecia o enredo de um filme de catástrofe tecnológica, e, à medida que as notícias se espalhavam pelo Centro de Voos Espaciais de Goddard, funcionários de outras áreas passavam diariamente nas salas de controle de SOHO para verificar a situação não só da nave, mas também do terrível bombardeio contra a Terra.

Finalmente, a situação começou a ficar mais tranquila quando a primeira mancha desapareceu pela borda oeste do Sol, deixando visível apenas a segunda. Foi aproximadamente nesse momento que o cinegrafista Ed Harriman enquadrou a imagem do pôr do sol sobre a devastada cidade de Bagdá, como parte de um documentário sobre a guerra que já durava oito meses. Ele captou o Sol se pondo por trás das nuvens de fumaça e poluição que vagavam sobre a cidade vencida. Quando rodou a fita, ele viu algo que não tinha notado antes. Tratava-se da segunda e monstruosa mancha solar, claramente visível sobre a face do Sol. SOHO continuou também a observar a mancha remanescente, à medida que ela se deslocava e se dirigia para a face oculta. Mas uma grande surpresa ainda estava reservada.

Em 4 de novembro, a nave captou novamente uma erupção solar explodindo acima dessa mancha e arremessando uma enorme quantidade de material solar para o espaço. Os monitores de raios X de várias espaçonaves registraram uma elevação que excedia sua capacidade. Embora não pudessem determinar imediatamente um número para a explosão, os cientistas que aguardavam estavam certos de uma coisa: aquela era a mais poderosa erupção solar daquele ciclo até então, possivelmente a mais poderosa jamais registrada. Ao trabalharem com os dados coletados antes de os instrumentos ficarem saturados, os números pareciam absurdos demais. Depois de conferirem duas e até três vezes, porém, não havia como fugir ao fato de que aquela erupção era pelo menos duas vezes mais poderosa do que a que havia causado tanto estrago na semana anterior.

Os astrônomos acompanhavam o fenômeno ansiosos. Se atingisse a Terra, podia causar danos incalculáveis a satélites, usinas de energia e outras formas de tecnologia. A radiação no interior de aviões em grandes altitudes poderia chegar a níveis extremos.

Felizmente, por ter ocorrido no horizonte do Sol, a explosão não foi direcionada para a Terra, e a erupção foi lançada para o espaço profundo. A Terra foi atingida apenas de raspão, com danos relativamente pequenos.

Mas ninguém poderia ficar tranquilo com essa boa sorte. Ninguém havia feito algo engenhoso ou heroico; a Terra tinha sido poupada apenas por um feliz acaso. Nas semanas e meses seguintes muitos se perguntavam o que teria acontecido se uma tempestade solar tão maciça tivesse atingido a Terra com força total.

As respostas estão enterradas nos registros históricos de cerca de 150 anos atrás...