

O norte da questão

Redução da intensidade do campo magnético alimenta debate sobre o risco de os polos novamente se inverterem, como há 780 mil anos

Ricardo Zorzetto

O comportamento do campo magnético da Terra atualmente divide a opinião dos especialistas que investigam como se origina e se mantém esse escudo invisível que protege o planeta de partículas energéticas vindas do espaço. Com base na redução histórica da intensidade do campo registrada por diferentes métodos científicos, alguns pesquisadores, como o geofísico italiano Angelo De Santis, do Instituto Nacional de Geofísica e Vulcanologia, em Roma, defendem a ideia de que os polos magnéticos da Terra podem estar a ponto de iniciar um lento processo de inversão, como ocorreu há 780 mil anos, com o sul tomando o lugar do norte e vice-versa. Outros sustentam que a intensidade do campo varia periodicamente sem que essa oscilação resulte na troca de posição dos polos. “Um novo processo de inversão parece longe de ocorrer”, diz o geofísico Ricardo Trindade, do Instituto de Geofísica, Ciências Atmosféricas e Astronomia da Universidade de São Paulo (IAG-USP).

Gerado pelo movimento de um oceano incandescente de ferro líquido nas profundezas da Terra, o campo magnético tem a forma de um imenso *donut* que envolve o planeta (*ver infográfico na pág. 49*). Ele se estende por 63 mil quilômetros na face exposta ao Sol e por uma distância até 10 vezes maior no lado oposto.

Representação artística do campo magnético da Terra, gerado na parte externa do núcleo

O campo magnético do planeta, porém, não é estável e vem enfraquecendo continuamente desde pelo menos 1832, quando o físico e matemático alemão Carl Friedrich Gauss aferiu pela primeira vez sua intensidade. De lá para cá, medições mais frequentes e precisas feitas em observatórios em terra e por satélites confirmam que a intensidade diminui à taxa de 17 nanoteslas (nT) por ano – o campo tem 66 mil nT nos polos e 22 mil nT sobre uma faixa do hemisfério Sul que vai da África à América do Sul. Esse ritmo de decréscimo seria suficiente



Aurora boreal registrada em 18 de janeiro de 2005 na região do lago Bear, no Alasca

1

para, em alguns séculos, o campo se tornar débil demais em algumas regiões e desencadear a migração dos polos magnéticos, que pode durar de centenas a alguns milhares de anos e deixar a Terra mais exposta a partículas vindas do Sol e de outras regiões do espaço.

Uma razão pela qual os geofísicos estão interessados em descobrir quando começa a próxima migração é que essas partículas podem causar danos aos satélites, às redes de distribuição de energia, à atmosfera do planeta e também aos seres vivos. Há pelo menos 30 anos alguns grupos sugerem que seu início poderia ocorrer em décadas, enquanto outros afirmam que ela não acontecerá antes de milhares de anos. Em busca de pistas do possível início, os pesquisadores usam dados da intensidade atual e dos últimos milhões de anos para alimentar modelos matemáticos que tentam prever o comportamento futuro do campo magnético.

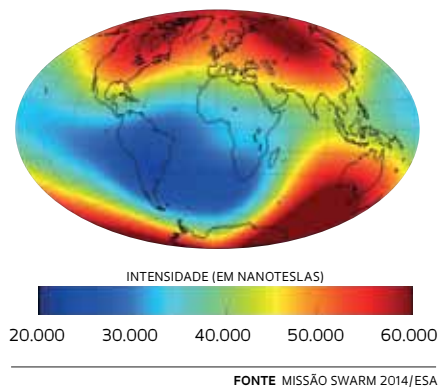
Angelo De Santis é um dos que apostam que uma grande mudança pode começar em breve. Com dois colaboradores, o italiano analisou o ritmo de expansão nos últimos 400 anos da área em que o campo magnético é mais fraco, a chamada anomalia magnética do Atlântico Sul (Amas). Essa região de campo magnético

mais débil, que permite às partículas do vento solar chegar às altas camadas da atmosfera, permaneceu estável por um bom tempo, mas, a partir de 1800, passou a crescer em ritmo acelerado. Hoje ela se estende por 80 milhões de quilômetros quadrados, área 10 vezes maior do que a de 200 anos atrás. Em um artigo publicado em 2013 na revista *Natural Hazards and Earth Systems Science*, o grupo afirma que, mantida essa velocidade de expansão, a Amas ocuparia quase um hemisfério já na década de 2030.

Se isso ocorrer, se atingiria, segundo os pesquisadores, um ponto de não retorno. Com o campo muito fraco em uma região tão vasta, começaria então a migração dos polos, que poderiam assumir uma configuração inversa à atual, como já ocorreu – nos últimos 70 milhões de anos, houve, em média, uma inversão a cada 250 mil anos (a última foi há 780 mil anos). “Ainda não temos evidência convincente de que o campo magnético esteja perto de sofrer uma inversão”, contou De Santis em entrevista por e-mail. “Prefiro dizer que temos pistas de que algo especial está ocorrendo.”

De Santis não está sozinho. No fim dos anos 1980, o geofísico britânico David Gubbins, então pesquisador da Univer-

PROTEÇÃO DESIGUAL
Mapa de intensidade do campo magnético terrestre. A região em azul-escuro corresponde à anomalia magnética do Atlântico Sul



sidade de Cambridge, no Reino Unido, analisou a redução na intensidade do campo magnético medida ao longo do século passado e propôs que o enfraquecimento poderia ser explicado pelo deslocamento em direção ao polo Sul de uma estrutura mais quente situada em uma região profunda do planeta, cuja localização na superfície corresponderia a uma área ao sul da África. Em um artigo

publicado em 1987 na *Nature*, Gubbins sugeriu que, se os dois fatos estivessem relacionados, a redução de intensidade “poderia ocasionalmente levar à inversão dos polos”. Em um artigo na *Science* de 2006, ele reafirmou a ideia de um início próximo de inversão ao analisar a intensidade do campo dos últimos 400 anos registrada em materiais arqueológicos e concluir que o ritmo de decaimento, que era de 2 nT por ano, teria acelerado cerca de sete vezes a partir de 1840.

ORIGEM PROFUNDA

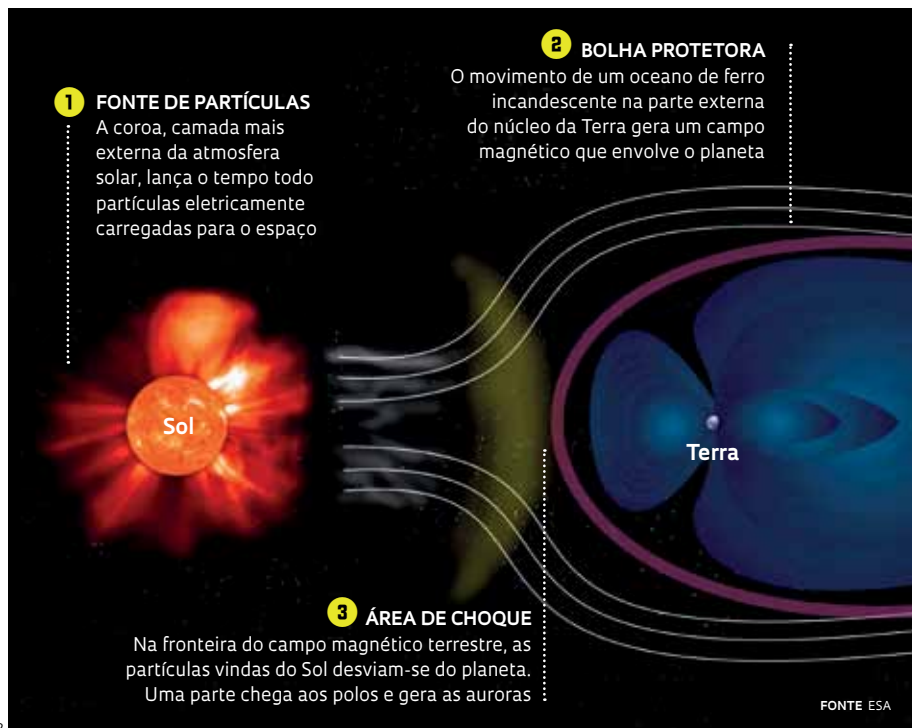
Em 2002, o geofísico francês Gauthier Hulot e sua equipe no Instituto de Física do Globo de Paris reforçaram os argumentos de Gubbins. Eles usaram medições da intensidade do campo feitas por satélites para alimentar modelos matemáticos e inferir o que ocorria no interior da Terra. No trabalho, publicado na *Nature*, os pesquisadores concluíram que regiões do núcleo externo com transporte de calor em sentido contrário ao da corrente principal do oceano de ferro incandescente enfraqueciam o campo medido na superfície e propuseram que padrões anormais de transporte antecederiam o início de uma inversão.

Especialista na análise do campo magnético de materiais arqueológicos, Ricardo Trindade, do IAG-USP, já havia constatado que o campo sobre a América do Sul começou a enfraquecer 200 anos antes do que se imaginava (ver Pesquisa FAPESP nº 244). Mesmo assim, ele estima que uma nova inversão não deve começar antes de mil anos. “Quem propõe seu início iminente olha apenas os dados das últimas dezenas ou centenas de anos, que são mais precisos, mas não permite identificar oscilações naturais de um fenômeno que se repete na escala de centenas de milhares de anos”, afirma.

Em um estudo recente, o geofísico Wilbor Poletti, aluno de doutorado de Trindade, analisou a intensidade do campo magnético em artefatos cerâmicos e rochas vulcânicas dos dois últimos milênios. Em um artigo publicado em janeiro deste ano na *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, o grupo sugere que o campo vem se enfraquecendo no ritmo atual há 1.300 anos. “Não houve uma aceleração na taxa de declínio”, conta Poletti. “Se o ritmo atual não se alterar, levará 2,4 mil anos para a intensidade chegar próximo a zero e a polaridade começar a se inverter.”

Como age o escudo invisível da Terra

Campo magnético produzido no interior do planeta desvia as partículas eletricamente carregadas vindas do espaço



Outro trabalho deste ano joga para bem mais adiante o início de uma inversão magnética. Baseando-se em dados dos últimos 2 milhões de anos, o geofísico norte-americano Bruce Buffett e o britânico William Davis, da Universidade da Califórnia em Berkeley, nos Estados Unidos, criaram um modelo que projeta a evolução futura do campo. Apresentados em fevereiro na revista *Geophysical Research Letters*, os resultados indicam que o risco de uma nova inversão só deve se tornar importante em 50 mil anos.

Quando a inversão começar, o que pode acontecer com o planeta? Segundo o astrônomo Douglas Galante, pesquisador do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron, em Campinas, um problema seria o aumento da chegada ao planeta de partículas eletricamente carregadas vindas do Sol. Essas partículas são menos energéticas do que as produzidas por explosões de estrelas na galáxia e geralmente são defletidas pelo campo magnético para a região dos polos, originando as auroras boreais e austrais.

“Sem o campo magnético, ou com ele muito enfraquecido, as partículas trazi-

das pelo vento solar passariam a interagir com os gases da atmosfera, alterando sua composição e causando diferentes efeitos”, conta Galante. Se a inversão durar centenas de anos, poderia reduzir a camada de ozônio e destruir gases de efeito estufa, levando a um resfriamento do planeta. Caso se estenda demais, parte da atmosfera poderia até ser varrida para o espaço. No curto prazo, além dos efeitos sobre a atmosfera e os sistemas de energia e telecomunicações, a entrada de mais partículas vindas do Sol e de radiação ultravioleta poderia afetar os animais, aumentando o risco de câncer. ■

Projeto

Análise do campo geomagnético histórico da América do Sul (nº 13/16382-0); Modalidade Bolsa de doutorado; Pesquisador responsável Ricardo Ivan Ferreira da Trindade (IAG-USP); Bolsista Wilbor Poletti Silva; Investimento R\$ 133.627,11.

Artigo científico

POLETTI, W. et al. Continuous millennial decrease of the Earth's magnetic axial dipole. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*. v. 274, p. 72-86. jan. 2018.

Os demais artigos mencionados estão listados na versão on-line desta reportagem.