

# Cientistas debatem se vivemos nova época geológica

Grupo defende que impacto das ações humanas desde a Revolução Industrial foi tão significativo que deu origem ao Antropoceno



Giovana Girardi

Há quem diga que seria o último ato da arrogância humana: tornar oficial nos registros geológicos que ações antropogênicas – aquelas que são induzidas ou alteradas pela presença e atividade do homem – já causaram, e ainda causarão, tamanho impacto nos ciclos naturais do planeta que são suficientes para marcar o surgimento de uma nova época na escala de tempo da Terra.

É exatamente o que está sendo discutido por um grupo de trabalho de cientistas na Comissão Internacional de Estatigrafia – a disciplina que analisa as marcas da passagem do tempo no planeta. Segundo dados oficiais, estamos há cerca de 12 mil anos em

uma época chamada Holocene, iniciada após o fim da última era de gelo e caracterizada por uma relativa estabilidade climática.

Mas o grupo analisa as evidências científicas para poder dizer se o impacto das ações humanas foi significativo o bastante para dar início a uma nova época, chamada Antropoceno. A ideia foi lançada no início deste século pelo químico Paul Crutzen, do Instituto Max Plank, que recebeu o Nobel de Química em 1995 por seus estudos sobre a camada de ozônio na atmosfera.

Desde então o termo conquistou popularidade e valor simbólico, sendo usado arbitrariamente para definir as transformações que o planeta vem experimentando por causa das ações humanas. A pergunta que os cientistas tentam responder é se essas transformações são tão relevantes e profundas quanto às promovidas pelas grandes forças da natureza.

"Classificar o Antropoceno co-

mo uma nova época geológica é uma caracterização que depende da observação de uma mudança nos registros geológicos, como, por exemplo, no padrão de sedimentação em escala global", explica o climatologista Carlos Nobre, único brasileiro – e um dos poucos não geólogos – que faz parte do grupo de trabalho.

É um processo muito lento, de anos, talvez décadas, admite Nobre. "Não muito diferente de quando os astrônomos começaram a discutir o caso de rebaixar Plutão da categoria de planeta."

## Debate

**CARLOS NOBRE**

CLIMATOLOGIA

*"É um processo lento, não muito diferente de quando os astrônomos começaram a discutir o caso de rebaixar Plutão da categoria de planeta."*

"Com o aumento do nível do mar, haverá um outro padrão de depósito de sedimentos. Onde hoje é continente vai virar fundo do mar, então um dia alguém perfurando essas regiões vai ver areia. Ao datar, vai ver que é do ano 2000 e indo um pouco mais ao fundo encontrará uma rocha que tem milhões de anos. Isso é uma mudança do parâmetro geológico", exemplifica Nobre.

Por isso, é de se questionar se é possível identificar uma mudança de época bem quando ela está ocorrendo – todo o conhecimento sobre a história do planeta se deu nos últimos três séculos com base nos estudos de camadas de sedimentos das rochas e das geleiras acumulados ao longo de milhões de anos.

## Sinais precursores

Segundo Nobre e outros pesquisadores da mesma linha, porém, sinais precursores já podem ser observados nos dias de hoje. É justamente a velocidade das ações humanas que talvez permita essa análise quase simultânea. A corrente mais forte entre os pesquisadores coloca como início do Antropoceno a Revolução Industrial (no final do século 18), que trouxe o uso dos combustíveis fósseis para mover máquinas e é o marco da aceleração das emissões de gases de efeito estufa.

Essa nova marcação no tempo, porém, não se restringiria ao aquecimento global, mas às mais diversas ações humanas impulsivas pelo aumento populacional, como perda de habitats, mudança no uso do solo, sobre-exploração dos recursos naturais, causando, por exemplo, perda de biodiversidade, acidifi-

'É um fato que está acontecendo diante dos nossos olhos'

● Para o climatologista Carlos Nobre, a importância de ter a definição científica de que estamos vivendo uma nova época é acima de tudo simbólica – mostrar que nos transformamos em uma força telúrica, geológica.

"Não é mais a espécie humana muito pequeninha perto das forças da natureza", diz. "O conceito de Antropoceno resume em uma palavra o fato de que a ação humana se tornou uma força de consequência global, que modifi-

ca globalmente os ciclos naturais." E o processo pode estar ocorrendo em uma velocidade sem precedentes. Enquanto mudanças naturais no passado ocorreram em escalas de milhares de anos, a humanidade pode ter mudado o planeta em 200 anos. O Antropoceno é caracterizado mais pela velocidade que pela intensidade das transformações.

"Isso não é um julgamento qualitativo. É um fato que está acontecendo diante dos nossos olhos. Estamos só registrando e achando um nome que signifique que a perturbação causada pelo homem é semelhante às grandes transformações que geraram as épocas geológicas." / G.E.

cação dos oceanos e perturbação dos ciclos naturais.

É nesse último ponto que assem tam as evidências mais robustas do impacto humano. Diversos estudos nos últimos cinco anos apontam para uma mudança nos ciclos de carbono, nitrogênio e fósforo, além do hidrológico.

Uma das pesquisas mais citadas é a liderada pelo hidrólogo sueco Johan Rockström, que juntou com uma equipe de 28 cientistas publicou em 2009, na revista *Nature*, que a humanidade já ultrapassou três de nove barreiras do planeta que mantêm o sistema funcionando como o conhecemos. O rompimento desses pontos pode modificar esse equilíbrio a um ponto sem mais chance de retorno.

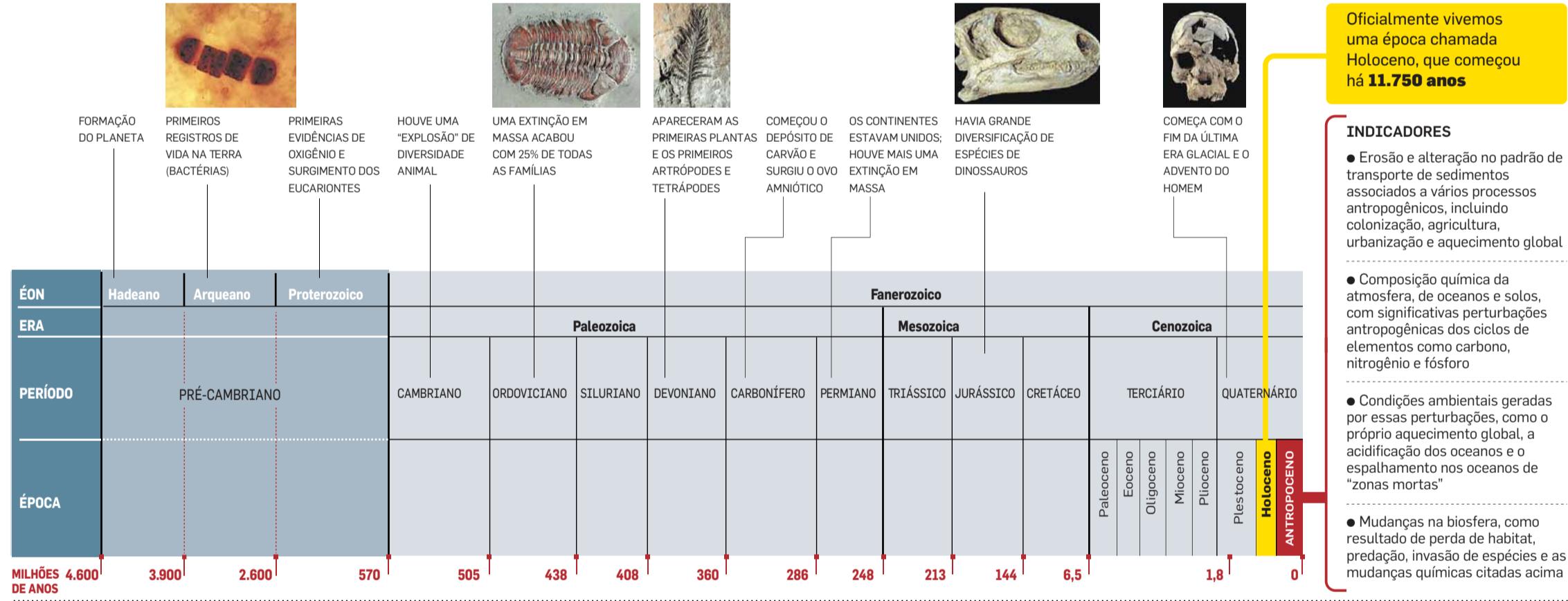
O trabalho afirmava que já foram transpostos os limites da biodiversidade, da mudança climáti-

ca e do ciclo de nitrogênio, por causa do uso excessivo de fertilizantes. Três anos depois se considera também como superado o limite do fósforo. O de carbono está próximo de ser atingido. Hoje as emissões anuais passam de 40 bilhões de toneladas de CO<sub>2</sub>.

"Esse sinal pode até aparecer pequeno quando comparado ao ciclo do gás. Todo ano há uma troca de CO<sub>2</sub> entre os oceanos e a atmosfera, entre a vegetação e a atmosfera, na faixa de 170 bilhões de toneladas de carbono. Multiplicando isso pelo peso molecular do CO<sub>2</sub>, passa de 600 bilhões de toneladas. Só que o nosso sinal é cumulativo. Portanto, em menos de um século, vamos ter o dobro de CO<sub>2</sub> na atmosfera. Estaremos com outra composição da atmosfera, com outro equilíbrio climático – que será o planeta muito mais quente", diz.

## HISTÓRIA DAS MUDANÇAS NA TERRA

● Em seus 4,6 bilhões de anos, o planeta teve sua escala de tempo pontuada por transformações radicais, que marcaram a mudança de eras, períodos e épocas geológicas



## Efeitos da seca podem durar anos na Amazônia

Estudo mostra que, se evento continuar a ocorrer com frequência, floresta poderá sofrer danos permanentes

Herton Escobar

A Floresta Amazônica pode demorar vários anos para se recuperar dos efeitos de uma grande seca, colocando em risco a sua própria sobrevivência caso esses eventos passem a ocorrer com mais frequência – como preveem alguns modelos de mudanças climáticas para a região nas próximas décadas. O alerta é de um estudo publicado na última edição da revista PNAS, que avaliou, pela primeira vez, os efeitos a longo prazo da grande seca de 2005 na Amazônia.

Segundo os pesquisadores, os impactos da estiagem ainda eram perceptíveis no dossel (cobertura) da floresta quatro anos depois, em 2009, na véspera de uma outra grande seca, em 2010, apesar de um aumento de precipitação no período intermediário. O estudo foi feito por meio de imagens de satélite no espec-

tro de micro-ondas, que permitem analisar variações nos parâmetros de umidade e biomassa sobre grandes áreas florestais.

Os resultados indicam que a floresta ainda sofria com os efeitos da seca de 2005 (com redução de biomassa e ressecamento do dossel) quando foi atingida pela seca de 2010. Segundo os cientistas, se as estiagens continuarem a acontecer numa frequência de 5 a 10 anos, o efeito cumulativo poderá alterar significativamente e permanentemente a estrutura biológica da floresta.

A pesquisa foi liderada por pesquisadores da Nasa, nos Estados Unidos, em colaboração com os brasileiros Luiz Aragão, da Universidade de Oxford, na Inglaterra, e Liana Anderson, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), no interior paulista.

Os dados do estudo vão até 2009, mas os pesquisadores preveem que os efeitos observados se repetiram – e provavelmente se intensificaram – nos últimos anos, desde a seca de 2010, que foi a maior já registrada na Amazônia.

## Método permite obter genoma de 1 única célula

Cientistas da Universidade Harvard anunciam na última edição da revista *Science* o desenvolvimento de uma nova técnica de sequenciamento de DNA, capaz de sequenciar com precisão e cobertura adequadas o genoma completo de uma única célula. Um avanço com aplicações importantes no campo da medicina forense e da reprodução assistida, em que as amostras de DNA disponíveis para análise são bastante limitadas.

Normalmente, o sequenciamento de um genoma humano exige uma amostra inicial de centenas ou milhares de células, que são "trituradas" para produzir uma sopa de fragmentos de DNA. Esses fragmentos são então copiados milhares de vezes (por meio de uma técnica chamada PCR), sequenciados um por um, e depois reagrupados na ordem correta por meio de sistemas computacionais – como se várias cópias de um mesmo quebra-cabeça fossem misturadas numa única caixa.

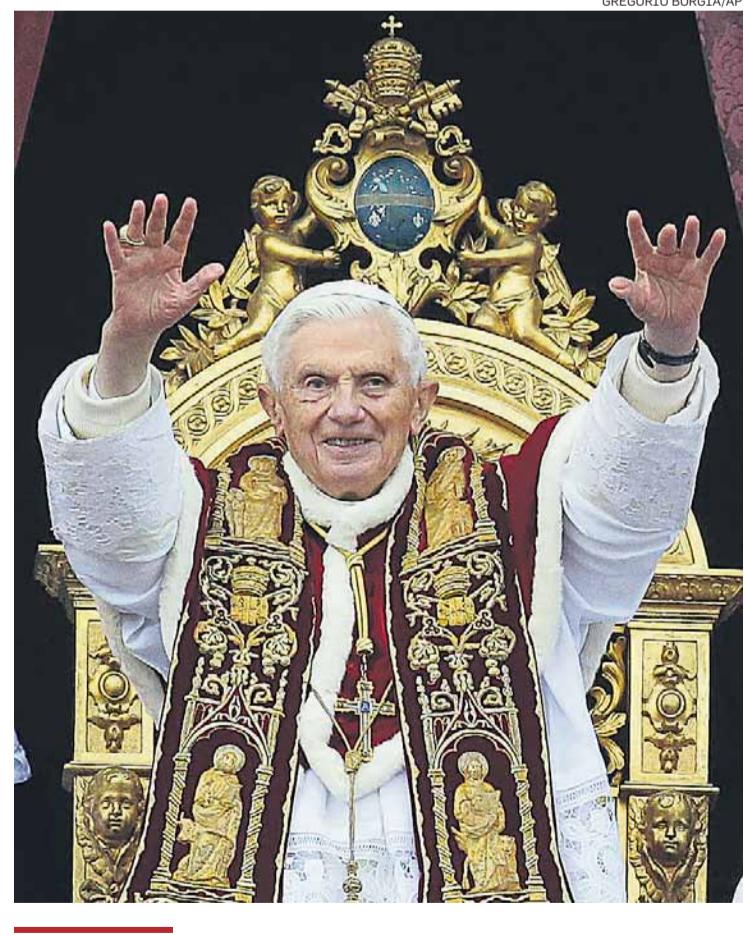
O problema com amostras pequenas, de uma ou poucas células apenas, é que a taxa de erro inerente ao processo de cópia

(amplificação) dos fragmentos se torna alta demais, a ponto de comprometer seriamente a confiabilidade da sequência final. Isso limita, por exemplo, a capacidade preditiva dos exames genéticos de diagnóstico pré-implantacional, baseados no DNA de uma única célula extraída de embriões *in vitro* para fins de reprodução assistida, quando os pais querem saber se o embrião é portador de alguma doença ou característica genética específica.

Os cientistas de Harvard conseguiram superar essa limitação com um novo método, batizado de Malbac, baseado em uma sequência de ciclos de amplificação realizados em diferentes temperaturas e com diferentes "ingredientes" moleculares.

Testes realizados com células tumorais individuais mostraram que, dessa forma, é possível sequenciar o genoma de uma única célula com resolução e amplitude suficientes para aplicações clínicas – entre elas, o estudo de variabilidade genética e taxas de mutação em células associadas a tumores, o que pode dar pistas importantes para o tratamento do câncer.

A técnica ainda precisa ser testada e validada por outros pesquisadores. / H.E.



## Papa pede fim dos conflitos na Síria

Em sua tradicional mensagem de Natal, o papa Bento XVI pediu ontem, na Praça São Pedro, o fim dos conflitos na Síria e a melhoria no acesso à ajuda humanitária. "Que a paz brote para o povo da Síria, profundamente machucado e dividido por um conflito que não poupa nem os indefesos e deixa vítimas inocentes", declarou o papa.