



# TESTEMUNHAS DE UMA TERRA PRIMITIVA

Rochas encontradas em Minas Gerais guardam registro da existência de bolsões de oxigênio 400 milhões de anos antes de esse gás se acumular na atmosfera

Ricardo Zorzetto

**A** mostras de rochas muito antigas coletadas em áreas vizinhas ao Quadrilátero Ferrífero, em Minas Gerais, estão ajudando pesquisadores a reconstituir partes de um longo período no qual a Terra foi pouco favorável à vida como existe hoje. Do surgimento do planeta, 4,6 bilhões de anos atrás, até o fim do Arqueano, período geológico encerrado há 2,5 bilhões de anos, a atmosfera terrestre praticamente não tinha oxigênio: era anóxica, assim como os mares, que também eram mais rasos e ácidos. Apenas seres unicelulares primitivos, como bactérias e arqueias, prosperavam naquelas condições. Uma transformação importante começou por volta de 2,4 bilhões de anos atrás, quando as condições químicas desses ambientes mudaram e permitiram vicejar os microrganismos (cianobactérias) capazes de fazer fotossíntese e liberar oxigênio. A proliferação em massa dessas cianobactérias causou um fenômeno disseminado na Terra, conhecido como o Grande Evento de Oxigenação: um aumento de milhares de vezes na produção desse gás, que passou a se acumular na atmosfera – hoje ela contém 21% de oxigênio.

Análises recentes das rochas mineiras do final do Arqueano começam a confirmar que há cerca de 2,8 bilhões de anos, quase 400 milhões de anos antes desse grande incremento no nível de oxigênio, tanto a atmosfera quanto os mares em determinadas regiões do planeta já viviam mudanças químicas intensas e relativamente rápidas,

ainda que localizadas. Quatro estudos publicados entre 2017 e 2021 por pesquisadores brasileiros sugerem que, naquele passado distante, o mar raso que cobria parte do que hoje é a região central de Minas Gerais sofreu uma evolução química em dezenas de milhões de anos e passou a apresentar concentrações consideráveis de oxigênio.

Um trabalho foi realizado por uma equipe do Rio de Janeiro, dois por um grupo de São Paulo e o último por pesquisadores de Minas. Todos chegam a resultados semelhantes analisando o mesmo tipo de rocha – as formações ferríferas bandadas, ricas em minerais contendo ferro –, coletada em três municípios mineiros: Nova Lima, na Região Metropolitana de Belo Horizonte; Pitangui, a cerca de 130 quilômetros a oeste da capital; e Gouveia, a 250 quilômetros ao norte. As águas do mar raso que cobria aquela região, hoje formada por serras e planaltos cobertos por Mata Atlântica ou Cerrado, já produziam oxigênio entre 2,86 bilhões e 2,67 bilhões de anos atrás. “Esse teria sido um dos mais antigos oásis de oxigênio do planeta no período”, conta a bióloga Alice Bosco Santos, especialista em geoquímica e autora principal de um artigo publicado em 2020 na revista *Precambrian Research* e outro em 2021 na *Geoscience Frontiers*.

No estágio de pós-doutorado realizado sob a supervisão do geólogo Elson Paiva de Oliveira na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Bosco Santos datou as formações bandadas em um testemunho de sondagem (amostra cilíndrica de rocha extraída com uma perfuratriz) de 125 metros (m) de comprimento obtido por uma mineradora no cinturão de rochas verdes Rio das Velhas, em Nova Lima, e em outro de 105 m no cinturão de rochas verdes Pitangui, no município de mesmo nome. Os resultados das datações e das análises químicas das rochas sugerem que esse mar deixou de ser um ambiente sem oxigênio e se tornou óxico (rico nesse gás) em duas etapas.

As análises indicaram que, há cerca de 2,76 bilhões de anos, as águas desse mar, além de serem anóxicas, apresentavam altas concentra-

ções de ferro, oriundo de regiões profundas do planeta e lançados na água por meio de fontes hidrotermais. As evidências de que esse ambiente inicial anóxico ferruginoso existiu são os diferentes minérios contendo o elemento químico ferro (Fe) – magnetita, carbonato de ferro, pirita, entre outros – presentes no segmento mais profundo de um dos testesmunchos. “A química da coluna d’água daquele ambiente antigo fica registrada no material que precipitou no assoalho”, diz o geólogo Marcelo Freimann, aluno de doutorado na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e autor de um artigo publicado em outubro apresentando sinais de grande produção de oxigênio há 2,77 bilhões de anos em rochas do Arqueano do município de Gouveia.

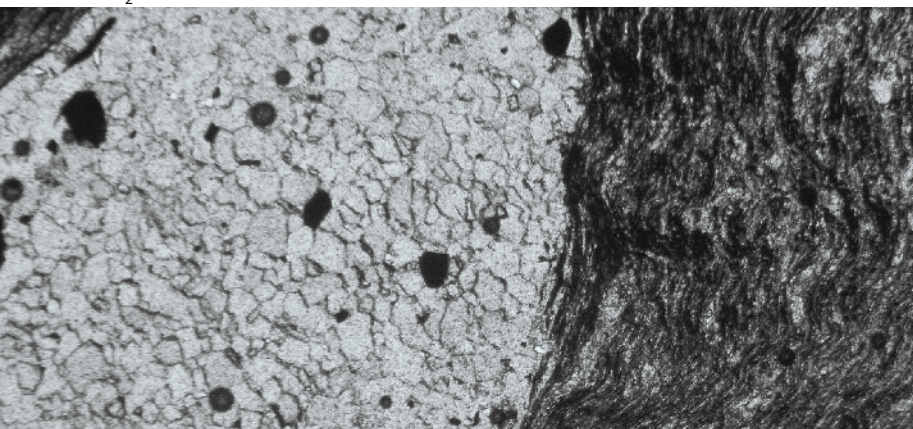
**C**apturado por outros elementos químicos que formaram minerais precipitados no fundo desse mar, o ferro tornou-se menos concentrado na água, que, simultaneamente, passou a receber grande aporte de enxofre (S) proveniente da atividade de vulcões e da desintegração das rochas dos primeiros continentes. Além de anóxica, a água passou a ser euxínica, rica em sulfeto de hidrogênio (H<sub>2</sub>S), que provavelmente serviu de fonte de energia para certas bactérias. Índícios dessa atividade microbiana deixaram uma assinatura específica no enxofre que integra o mineral pirita (FeS<sub>2</sub>) dessas rochas. “Mudanças químicas nesse ambiente finalmente permitiram que os microrganismos produtores de oxigênio proliferassem e aumentassem a produção do gás”, conta Bosco Santos, hoje pesquisadora da Universidade de Lausanne, na Suíça.

São escassos os bolsões de produção de oxigênio daquele período. Antes desse identificado em Minas, conheciam-se apenas outros três, de idade semelhante, na África do Sul, na Austrália e no Canadá. “As rochas do Arqueano são raras e o trabalho dos grupos brasileiros contribui para construir um cenário global de como ocorreu esse aumento da produção de oxigênio”, afirma o geoquímico Sergio Caetano Filho, que estudou em seu doutorado na Universidade de São Paulo (USP) um segundo grande evento de oxigenação, ocorrido há 500 milhões de anos.

“Ao indicar a existência de um oásis de oxigênio no Arqueano em terrenos que hoje integram o território brasileiro, o trabalho de nosso grupo e das equipes do Rio e de Minas sugere que os eventos menores de oxigenação, anteriores àquele principal, podem ter sido mais frequentes e disseminados pelo planeta, embora nem sempre contínuos”, analisa Oliveira, da Unicamp. ■

Rochas de Minas Gerais contendo indícios de que o mar que cobriu aquela região já produzia altos níveis de oxigênio há quase 2,8 bilhões de anos (à esq.); microscopia de fragmento rochoso rico em pirita (pontos negros)

2



Os projetos consultados para esta reportagem estão listados na versão on-line.