

UMA  
BREVE  
HISTÓRIA  
DA  
TERRA

4 BILHÕES DE ANOS  
EM OITO CAPÍTULOS

**UMA  
BREVE  
HISTÓRIA  
DA  
TERRA**

**4 BILHÕES DE ANOS  
EM OITO CAPÍTULOS**

**ANDREW H. KNOLL**

Doutor em Geologia e professor de História  
Natural na Universidade de Harvard



**ALTA BOOKS**  
GRUPO EDITORIAL  
Rio de Janeiro, 2023



## Uma Breve História da Terra

Copyright © 2023 da Starlin Alta Editora e Consultoria Eireli.  
ISBN: 978-85-508-1826-9

*Translated from original A Brief History of Earth. Copyright © 2021 by Andrew H. Knoll. ISBN 978-0-06-285391-2. This translation is published and sold by HarperCollins, the owner of all rights to publish and sell the same. PORTUGUESE language edition published by Starlin Alta Editora e Consultoria Eireli, Copyright © 2023 by Starlin Alta Editora e Consultoria Eireli.*

Impresso no Brasil – 1ª Edição, 2023 – Edição revisada conforme o Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa de 2009.

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

K72b Knoll, Andrew H.  
Uma Breve História da Terra: 4 Bilhões de Anos em Oito Capítulos / Andrew H. Knoll, traduzido por Carlos Bacci Jr. - Rio de Janeiro : Alta Books, 2023.  
272 p. ; 15,7cm x 23cm.  
Tradução de: A Brief History of Earth  
Inclui índice.  
ISBN: 978-85-508-1826-9  
1. História. 2. História da Terra. I. Bacci Jr, Carlos. II. Título.  
2023-609 CDD 900  
CDU 94

Elaborado por Wagner Rodolfo da Silva - CRB-8/9410

Índice para catálogo sistemático:  
1. História 900  
2. História 94

Todos os direitos estão reservados e protegidos por Lei. Nenhuma parte deste livro, sem autorização prévia por escrito da editora, poderá ser reproduzida ou transmitida. A violação dos Direitos Autorais é crime estabelecido na Lei nº 9.610/98 e com punição de acordo com o artigo 184 do Código Penal.

A editora não se responsabiliza pelo(s) autor(es) da obra, formulada exclusivamente pelo(s) autor(es).

**Marcas Registradas:** Todos os termos mencionados e reconhecidos como Marca Registrada e/ou Comercial são de responsabilidade de seus proprietários. A editora informa não estar associada a nenhum produto e/ou fornecedor apresentado no livro.

**Erratas e arquivos de apoio:** No site da editora relatamos, com a devida correção, qualquer erro encontrado em nossos livros, bem como disponibilizamos arquivos de apoio se aplicáveis à obra em questão.

Accesse o site [www.altabooks.com.br](http://www.altabooks.com.br) e procure pelo título do livro desejado para ter acesso às erratas, aos arquivos de apoio e/ou a outros conteúdos aplicáveis à obra.

**Suporte Técnico:** A obra é comercializada na forma em que está, sem direito a suporte técnico ou orientação pessoal/exclusiva ao leitor.

A editora não se responsabiliza pela manutenção, atualização e idioma dos sites referidos pelos autores nesta obra.

### Produção Editorial

Grupo Editorial Alta Books

### Diretor Editorial

Anderson Vieira

[anderson.vieira@altabooks.com.br](mailto:anderson.vieira@altabooks.com.br)

### Editor

José Ruggeri

[j.ruggeri@altabooks.com.br](mailto:j.ruggeri@altabooks.com.br)

### Gerência Comercial

Claudio Lima

[claudio@altabooks.com.br](mailto:claudio@altabooks.com.br)

### Gerência Marketing

Ándrea Guatiello

[andrea@altabooks.com.br](mailto:andrea@altabooks.com.br)

### Coordenação Comercial

Thiago Biaggi

### Coordenação de Eventos

Viviane Paiva

[comercial@altabooks.com.br](mailto:comercial@altabooks.com.br)

### Coordenação ADM/Finc.

Solange Souza

### Coordenação Logística

Waldir Rodrigues

### Gestão de Pessoas

Jairo Araújo

### Direitos Autorais

Raquel Porto

[rights@altabooks.com.br](mailto:rights@altabooks.com.br)

### Assistente Editorial

Matheus Mello

### Produtores Editoriais

Illyabelle Trajano

Maria de Lourdes Borges

Thales Silva

Thié Alves

### Equipe Comercial

Adenir Gomes

Ana Carolina Marinho

Ana Claudia Lima

Daiana Costa

Everson Sete

Kaique Luiz

Luana Santos

Maira Conceição

Natasha Sales

### Equipe Editorial

Ana Clara Tambasco

Andrezza Moraes

Arthur Candreva

Beatriz de Assis

Beatriz Frohe

Betânia Santos

Brenda Rodrigues

Caroline David

Erick Brandão

Elton Manhães

Fernanda Teixeira

Gabriela Paiva

Henrique Waldez

Karolayne Alves

Kelry Oliveira

Lorrah Candido

Luana Maura

Marcelli Ferreira

Mariana Portugal

Milena Soares

Patricia Silvestre

Viviane Corrêa

Yasmin Sayonara

### Marketing Editorial

Amanda Mucci

Guilherme Nunes

Livia Carvalho

Pedro Guimarães

Thiago Brito

### Atuaram na edição desta obra:

#### Tradução

Carlos Bacci Jr

#### Diagramação

Cristiane Saavedra

#### Copidesque

Carolina Freitas

#### Revisão Gramatical

Carolina Rodrigues

Alessandro Thomé

Editora  
afiliada à:



**abdr**  
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE  
DIREITOS REPROGRÁFICOS

ASSOCIADO



Rua Viúva Cláudio, 291 – Bairro Industrial do Jacaré

CEP: 20.970-031 – Rio de Janeiro (RJ)

Tels.: (21) 3278-8069 / 3278-8419

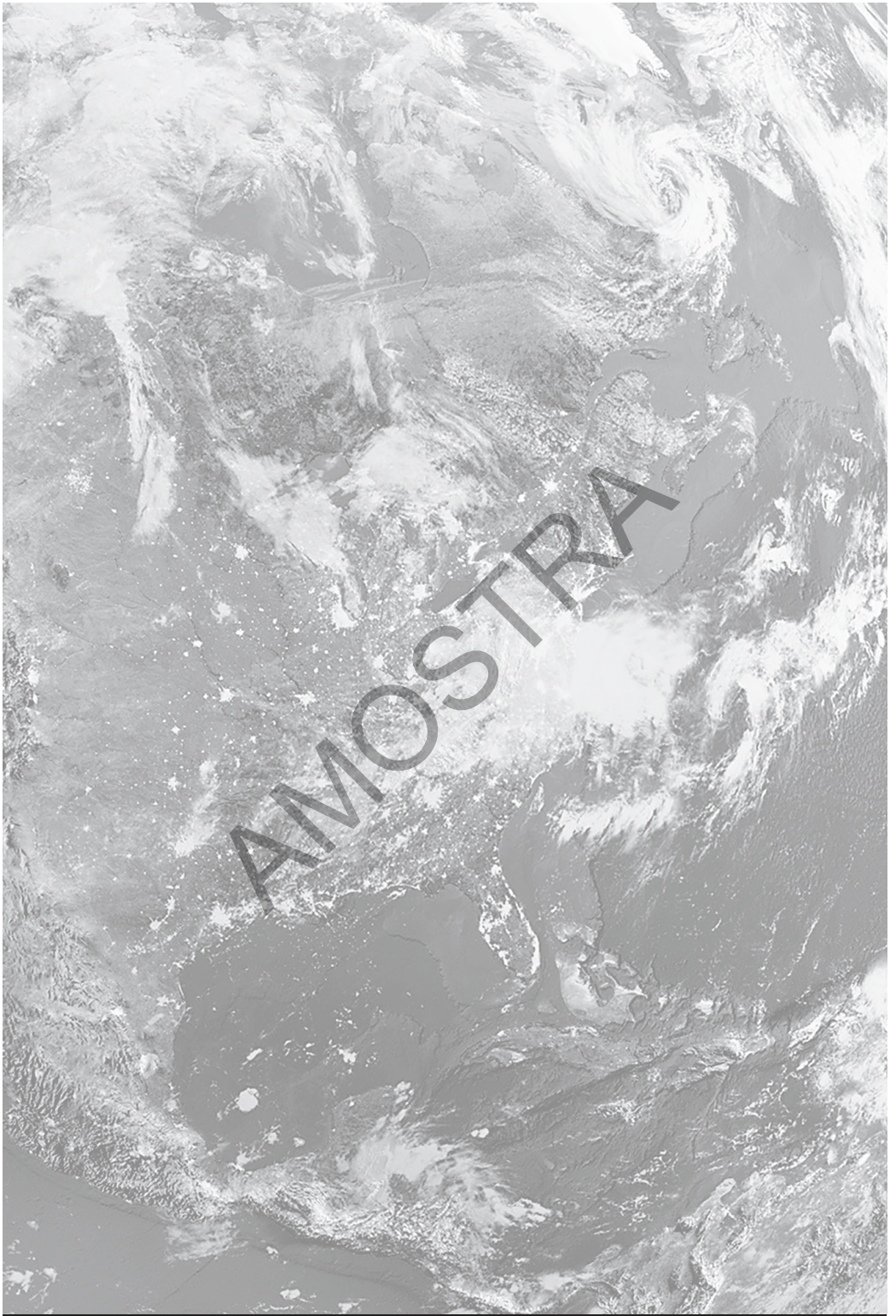
[www.altabooks.com.br](http://www.altabooks.com.br) – [altabooks@altabooks.com.br](mailto:altabooks@altabooks.com.br)

Ouidoria: [ouidoria@altabooks.com.br](mailto:ouidoria@altabooks.com.br)

*Para Marsha.*

*Por tudo.*

AMOSTRA



# Agradecimentos

**ESTE LIVRO É UM COMPILADO DOS FRUTOS DE UMA** vida inteira tentando entender nosso planeta e a vida que há nele. Por meio de pesquisas nos cinco continentes e do ensino acadêmico, primeiro no Oberlin College e depois por quase quatro décadas em Harvard, acumulei um conhecimento enorme sobre o passado, o presente e o provável futuro da Terra. Em todas essas oportunidades de aprendizado, me beneficieei da sabedoria, da colaboração e do apoio de outras pessoas.

Em geral, os cientistas estão na confluência de duas correntes intelectuais. A primeira corresponde a tudo que fluiu para nós vindo de nossos professores. Entre meus mentores

incluem-se Elso Barghoorn, pioneiro na busca paleontológica da vida primitiva da Terra; Dick Holland, um geoquímico preeminente que criou as condições propícias para a realização de pesquisas sobre a história ambiental da Terra; Stephen Jay Gould, que estimulou meu interesse pela evolução; Ray Siever, que me instigou a olhar detidamente para as rochas sedimentares; e Steve Golubic, que me ensinou sobre cianobactérias. A outra corrente nos conecta com os alunos e pós-doutorandos que trabalharam em nossos laboratórios, dos quais se origina um fluxo constante de ideias e percepções que, definitivamente, corre em duas direções. Aos ex-alunos do laboratório Knoll, que constituem um excelente grupo de cientistas e que estão levando os estudos de paleontologia, geobiologia e história da Terra rumo a novos caminhos: gratidão e orgulho é o que sinto por todos eles.

A lista de coautores em meus trabalhos científicos ao longo dos anos ultrapassa quinhentos, e não tenho como mencionar todos aqui, embora os tenha em grande apreço. No entanto, me sinto na obrigação de agradecer a John Hayes, a quem devo tudo o que sei sobre biogeoquímica; a Keene Swett e Brian Harland, que me apresentaram à pesquisa ártica; a Malcolm Walter, amigo e colega de campo em inúmeras incursões no Outback australiano; a Misha Semikhatov e Volodya Sergeev, companheiros na exploração geológica da Sibéria; a Mario Giordano, que transformou meus palpitantes paleontológicos em experimentos de laboratório; a John Grotzinger, um parceiro nestes últimos trinta anos em trabalhos de campo que iam da Namíbia e Sibéria a (pelo menos



virtualmente) Marte; e a Dick Bambach, que há muito me desafia a pensar de novas maneiras sobre a evolução.

Ernest Hemingway contou com Maxwell Perkins para ajudar a dar forma a seus romances; eu, felizmente, conto com Peter Hubbard. *Uma Breve História da Terra* foi ideia de Peter, e seu apoio, seus conselhos e suas críticas construtivas enriqueceram cada página do livro. Agradeço também a Molly Gendell e a todos da HarperCollins pelo profissionalismo. E, por gentilmente compartilhar algumas das imagens usadas neste livro, agradeço ao Atacama Large Millimeter Array, Matteo Chinellato (via Wiki, Creative Commons), Marie Tharp Maps LLC e Lamont-Doherty Earth Observatory, Ron Blakey da Deep-Time Maps, ao Museu Nacional de História Natural do Instituto Smithsonian, ao Museu Americano de História Natural, ao Museu de Culturas Antigas da Universidade Eberhardt Karls de Tübingen, ao Instituto Scripps de Oceanografia e à Administração Nacional Oceanográfica e Atmosférica, bem como a meus amigos e colegas Zhu Maoyan, Nick Butterfield, Shuhai Xiao, Guy Narbonne, Mansi Srivastava, Frankie Dunn, Alex Liu, Misha Fedonkin, Jean-Bernanrd Caron, Alex Brasier, Hans Kerp, Hans Steur, Neil Shubin, Mike Novacek e Adam Brum.

Por último, e mais importante, agradeço à minha equipe lá de casa: Marsha, Kirsten e Rob. Sem seu amor e apoio, este livro (e muito mais) não existiria.



## Sobre o Autor

**ANDREW H. KNOLL É PROFESSOR DA CADEIRA FISHER** de História Natural da Universidade de Harvard. Suas honras incluem o Prêmio Internacional de Biologia, as medalhas Charles Doolittle Walcott e Mary Clark Thompson da Academia Nacional de Ciências, a Medalha da Sociedade Paleontológica e a Medalha Wollaston da Sociedade Geológica de Londres. Durante quase duas décadas, serviu na equipe científica da missão Mars Exploration Rover da NASA. Knoll também é o autor de *Life on a Young Planet*, pelo qual recebeu o prêmio Phi Beta Kappa Book em Ciências.

**Também de  
Andrew H. Knoll**

- *Life on a Young Planet*

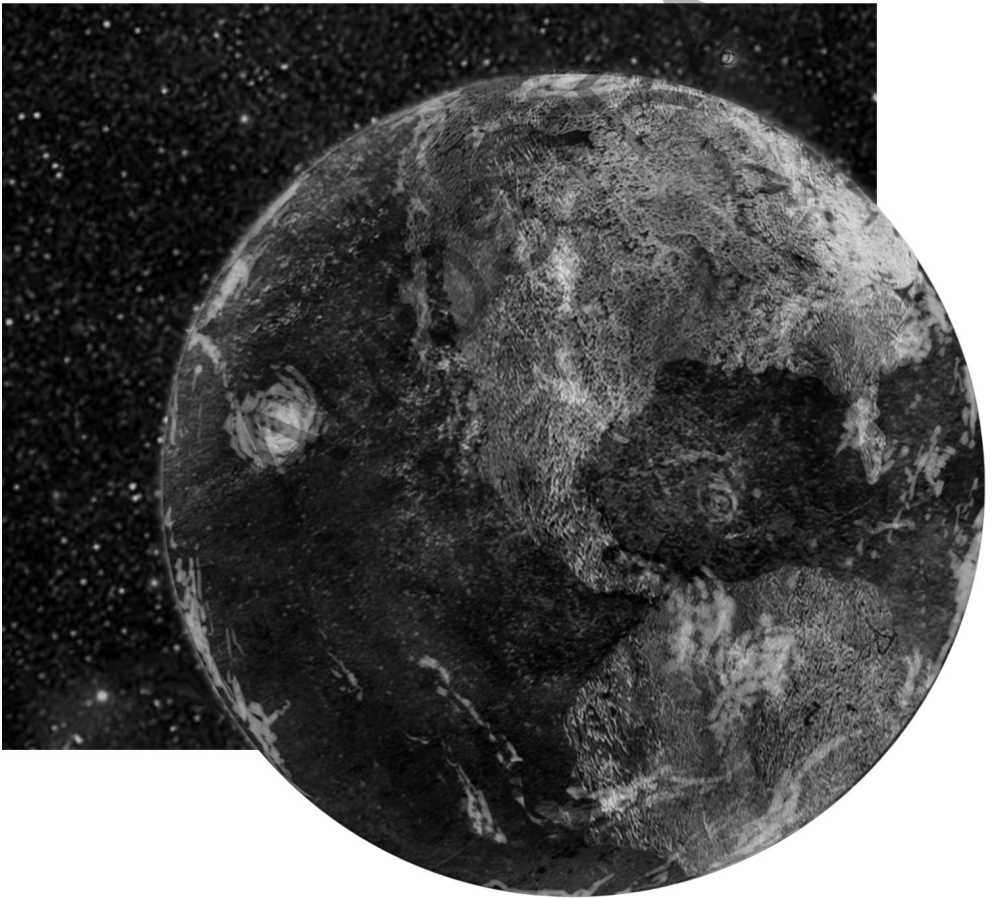
AMOSTRA

# SUMÁRIO

<b>Prólogo: Um Convite</b> .....	XVI
<b>1: Terra Química</b> .....	2
<b>2: Terra Física</b> .....	30
<b>3: Terra Biológica</b> .....	54
<b>4: Terra com Oxigênio</b> .....	82
<b>5: Terra Animal</b> .....	104
<b>6: Terra Verde</b> .....	130
<b>7: Terra Catastrófica</b> .....	158
<b>8: Terra Humana</b> .....	184
<b>Leitura Adicional</b> .....	<b>220</b>
<b>Índice</b> .....	<b>244</b>

**PRÓLOGO:**

# **Um Convite**



**VOCÊ VIVE SUA VIDA IMANTADO À TERRA PELA** força da gravidade. Cada passo o põe em contato com pedras ou com o solo, mesmo que escondidos em um revestimento de macadame ou assoalho. Você pode pensar que se livrou das garras da gravidade quando decola em um avião, mas se trata de alegria efêmera; passadas algumas horas, a gravidade prevalecerá e você voltará à terra firme.

Nossa ligação com a Terra vai muito além da gravidade. A comida que ingerimos provém do dióxido de carbono na atmosfera ou nos oceanos, associado à água e a nutrientes retirados do solo ou do mar. Ao respirar, você leva ar rico em oxigênio para os pulmões, possibilitando-lhe ganhar energia com o jantar. Ao mesmo tempo, o dióxido de carbono na atmosfera impede que você congele. Além disso, o aço da porta da geladeira, o alumínio das latas, o cobre das moedas e os metais de terras raras do celular vêm de dentro da Terra. Diante de tudo isso, é de se espantar que a maioria de nós não tenha curiosidade sobre essa grande esfera que nos sustenta e, ocasionalmente, durante terremotos ou furacões, pode nos causar danos.

Como podemos entender o lugar da Terra no Universo? De que modo surgiram as rochas, o ar e a água, elementos que definem nossa existência? Como explicamos os continentes, as montanhas e os vales, terremotos e vulcões? O que controla a

composição da atmosfera ou da água do mar? Como aconteceu a imensa diversidade da vida ao nosso redor? E talvez o mais importante: como nossas próprias ações estão mudando a Terra e a vida? Em parte, são questões sobre processos, mas também são indagações históricas, e essa é a estrutura deste livro.

Esta é uma história sobre nosso lar, a Terra, e os organismos que a habitam. Tudo que diz respeito à Terra é dinâmico, sempre em constante mutação, apesar da falsa, e comum, impressão de permanência. Boston, por exemplo, tem um clima temperado, com verões quentes, invernos frios e precipitação moderada distribuída mais ou menos uniformemente ao longo do ano. As estações são previsíveis, e se você, como eu, já está por aqui há algumas décadas, pode ter a sensação de que não há nenhuma novidade nisso. Os meteorologistas, porém, dirão que a temperatura média anual em Boston aumentou mais de um grau Fahrenheit (0,6 grau Celsius) durante o tempo de vida de seus cidadãos mais velhos. Também sabemos que a quantidade de dióxido de carbono na atmosfera — um dos principais reguladores da temperatura da superfície — aumentou por volta de 1/3 desde a década de 1950.\* Da mesma forma, as medições revelam que o nível global do mar está subindo e a

---

\* No Brasil, estima-se que, em 2021, as emissões de CO<sup>2</sup> foram 2.000% maiores do que na década de 1950; a temperatura na superfície, por sua vez, aumentou 1,4° Celsius (cerca de 2,5° Fahrenheit) no mesmo período. A mudança é mais acentuada no território brasileiro do que nos Estados Unidos, por exemplo, pois o país norte-americano já iniciava a década de 1950 com altos volumes de emissão, enquanto o Brasil ainda engatinhava na era da industrialização e da comercialização de veículos. [N. da R.]

quantidade de oxigênio dissolvido nos oceanos diminuiu cerca de 3% desde que os Beatles ficaram famosos.

Pequenas mudanças se acumulam ao longo do tempo. A distância de um voo de avião de Boston para Londres aumenta uns 2,5 centímetros a cada ano, à medida que o novo fundo do mar separa lentamente a América do Norte e a Europa. Se pudéssemos rebobinar a fita, veríamos que há 200 milhões de anos, a Nova Inglaterra e a Velha Inglaterra faziam parte de um único continente, com vales rifte [vales profundos formados em fendas na superfície da Terra geradas pela ruptura ou pelo afastamento de placas tectônicas] como os vistos hoje no leste da África, onde uma bacia oceânica está apenas começando a se formar. Em escalas de tempo mais longas, as transformações da Terra são verdadeiramente profundas. Por exemplo, se você estivesse livre para vagar na Terra primitiva, teria sufocado rapidamente no ar isento de oxigênio do nosso planeta.

Um enredo sobre a Terra e os organismos que ela sustenta, de longe muito mais grandioso do que qualquer sucesso de bilheteria de Hollywood, é cheio de reviravoltas suficientes para rivalizar com um best-seller de suspense. Mais de 4 bilhões de anos atrás, um pequeno planeta se formou a partir de detritos rochosos orbitando uma modesta e jovem estrela. Em seus primeiros anos, a Terra viveu à beira de um cataclismo, bombardeada por cometas e meteoros, enquanto turbulentos oceanos de magma cobriam a superfície e gases tóxicos sufocavam a atmosfera. No entanto,



com o tempo, o planeta começou a esfriar. Continentes se formaram, somente para se partirem e depois colidirem, expelindo espetaculares cadeias de montanhas, a maioria delas se desfazendo posteriormente. Vulcões um milhão de vezes maiores do que qualquer coisa já testemunhada por humanos. Ciclos de glaciação global. Inúmeros mundos perdidos cujas peças estamos apenas começando a encaixar. De alguma maneira, nesse palco dinâmico, a vida estabeleceu um ponto de apoio e, por fim, transformou a superfície do nosso planeta, abrindo caminho para trilobitas, dinossauros e uma espécie que pode falar, refletir, fazer ferramentas e, no final, mudar o mundo novamente.

Compreender a história da Terra nos ajuda a apreciar como as montanhas, os oceanos, as árvores e os animais à nossa volta surgiram, sem mencionar o ouro, diamantes, carvão, petróleo e o próprio ar que respiramos. Fazer isso fornece o contexto necessário para nos darmos conta de como as atividades humanas estão transformando o mundo no século XXI. Durante a maior parte de sua história, nosso lar foi um lugar inóspito para os humanos, e, na verdade, entre as lições duradouras da geologia está o reconhecimento de quão breve, frágil e precioso é o nosso momento atual.

**AS MANCHETES**, hoje em dia, muitas vezes parecem ter sido extraídas do livro do Apocalipse: incêndios florestais sem precedentes na Califórnia

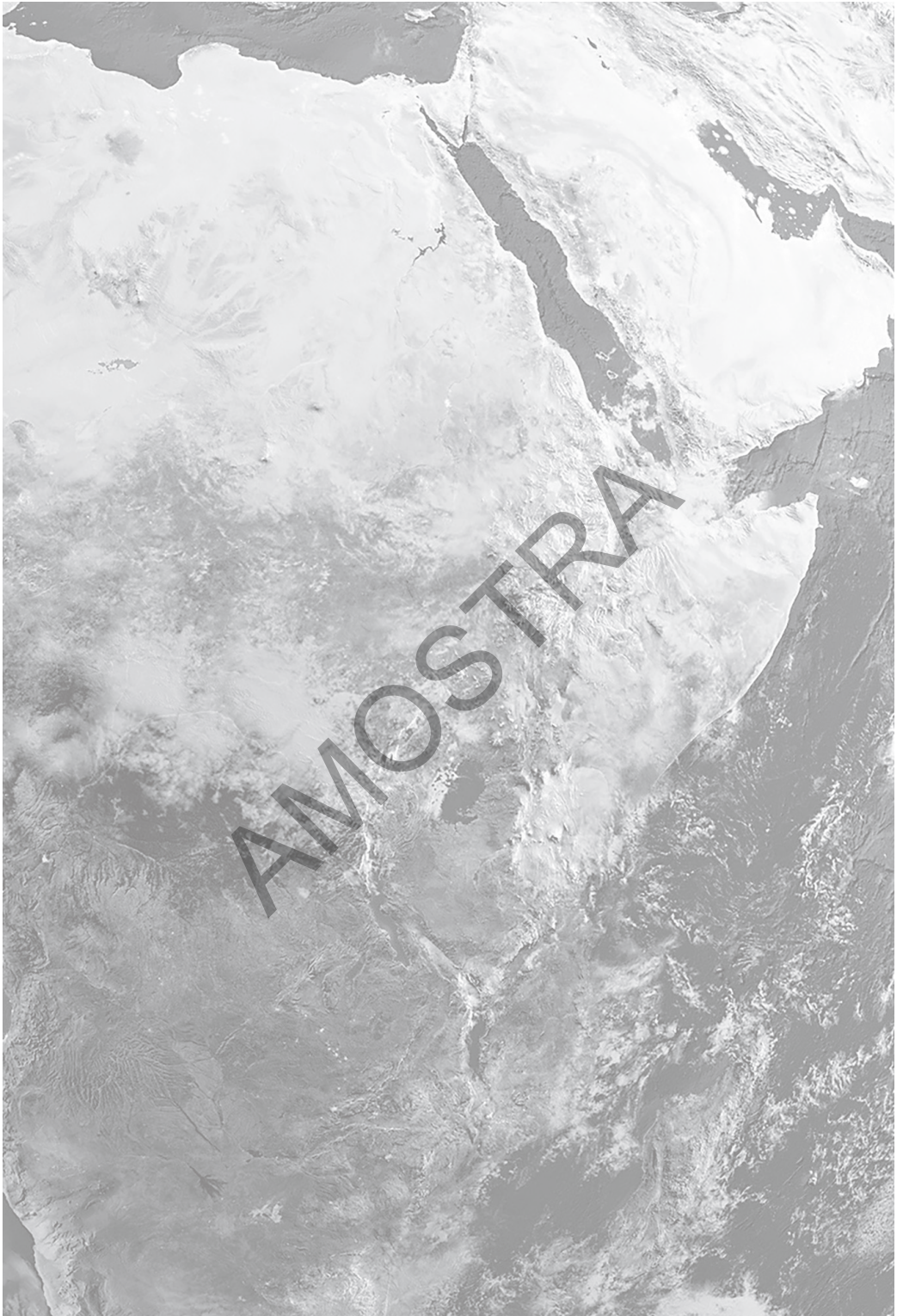
e a Amazônia em chamas; calor recorde no Alasca e degelo acelerado na Groenlândia; furacões gigantes devastando o Caribe e a Costa do Golfo, enquanto inundações raramente vistas assolam o meio-oeste norte-americano com crescente regularidade; Chennai, a sexta maior cidade da Índia, está ficando sem água, com a Cidade do Cabo e São Paulo ficando perto disso. A biologia traz notícias nada animadoras: uma queda de 30% nas populações de aves norte-americanas desde 1970; populações de insetos reduzidas pela metade; mortalidade massiva de corais ao longo da Grande Barreira de Corais; rápida diminuição no número de elefantes e rinocerontes; pesca comercial ameaçada em todo o mundo. O declínio populacional não é extinção, mas é a estrada que as espécies percorrem em direção ao fim do jogo biológico.

O mundo enlouqueceu? Em uma palavra, sim. E sabemos o porquê: culpa nossa. São os humanos que bombeiam gases de efeito estufa na atmosfera, não apenas aquecendo a Terra, mas aumentando a magnitude e a frequência das ondas de calor, estiagens e tempestades. E são os humanos que levaram as espécies à beira do abismo por meio das mudanças no uso da terra, da superexploração e, a cada dia mais, das mudanças climáticas. Com tudo isso pela frente,

possivelmente a notícia mais deprimente de todas é a resposta humana: indiferença generalizada; talvez, em especial, em meu país natal, os Estados Unidos da América.

Por que tantas pessoas dão tão pouca importância para as mudanças planetárias que reconfigurarão a vida de nossos netos? Em 1968, Baba Dioum, um guarda-florestal senegalês, deu uma resposta memorável. “No final”, disse ele, “conservaremos apenas o que amamos, amaremos apenas o que entendemos e entenderemos apenas o que nos ensinaram”.

Este livro, portanto, é uma tentativa de fazer compreender. Um convite para apreciar a longa história que trouxe nosso planeta ao momento presente. Uma exortação para reconhecer quão profundamente as atividades humanas estão alterando um mundo em formação há 4 bilhões de anos. E um desafio para fazer alguma coisa a respeito disso.



AMOSTRA