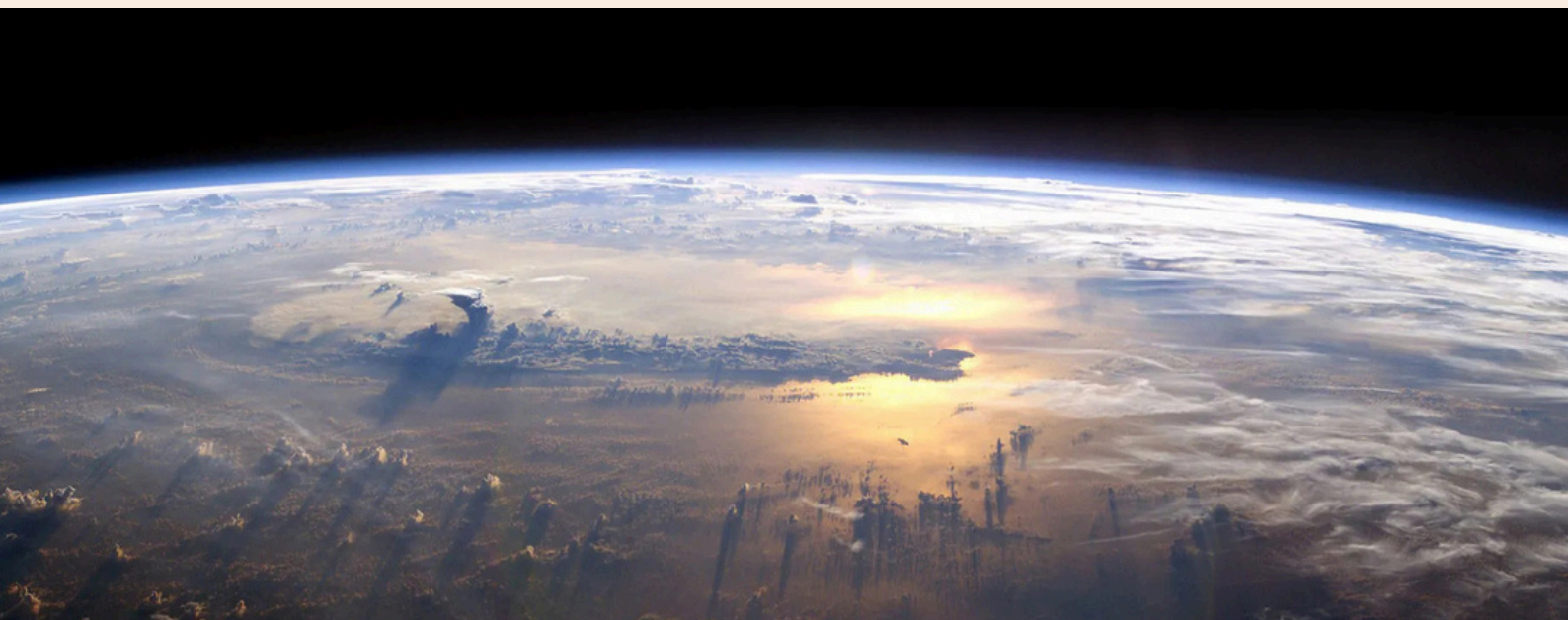


DIA E NOITE COM AS ESTRELAS

Boletim Mensal



A fotografia mostra o Oceano Pacífico iluminado pelo Sol, visto da Estação Espacial Internacional, que orbita a 378 quilômetros da Terra. Foi tirada em 2003 por um membro da Expedição 7 na EEI. Créditos: NASA

Editorial

por Camila Sales (ECA-USP)

Sejam bem-vindos a mais uma edição do boletim Dia e Noite com as Estrelas!

Primeiramente, agradecemos muito pelo feedback da edição passada. Ficamos sempre felizes com os questionamentos e comentários dos leitores, é importante manter esta troca!

Para fevereiro, decidimos fazer uma edição especial, inspirada no questionamento de um dos nossos leitores, que foca um dos temas mais urgentes da atualidade: **a crise climática**. Já faz pelo menos 50 anos que a comunidade científica alerta sobre os processos atipicamente acelerados pelos quais o nosso planeta está passando, mas, até algum tempo atrás, o que estava no imaginário popular eram os filmes de desastre fictícios. Agora, entretanto, a ideia não parece mais tão distante assim – após sairmos do ano mais quente registrado na história humana, as últimas semanas têm sido marcadas por fortes ondas de calor e chuvas torrenciais com alertas da Defesa Civil bipando simultaneamente em todos os celulares de São Paulo.

Dito isso, é importante dar um passo para trás e destacar que o intuito deste boletim não é causar pânico generalizado! O debate precisa ser fomentado e difundido, especialmente com a 30ª Conferência da ONU sobre Mudanças Climáticas (COP30) se aproximando (e com sede no Brasil). A equipe do DNCE preparou cinco artigos contextualizando o tema com dados científicos para quem quer entender melhor o que se passa com a Terra.

Começamos com uma recapitulação histórica – ou melhor, pré-histórica – do clima ao longo das eras geológicas. Depois, temos textos que discutem com o que estamos lidando. Como chegamos até aqui? E, mais importante, o que podemos fazer a respeito disso? Para finalizar, tem também uma pílula de cultura pop, com recomendação para quem se interessa pela temática “pós-apocalíptica” retratada no audiovisual atual.

Boa leitura!

ESPECIAL

A TERRA AOS OLHOS DO CLIMA

por Artur Junior (IAG-USP)

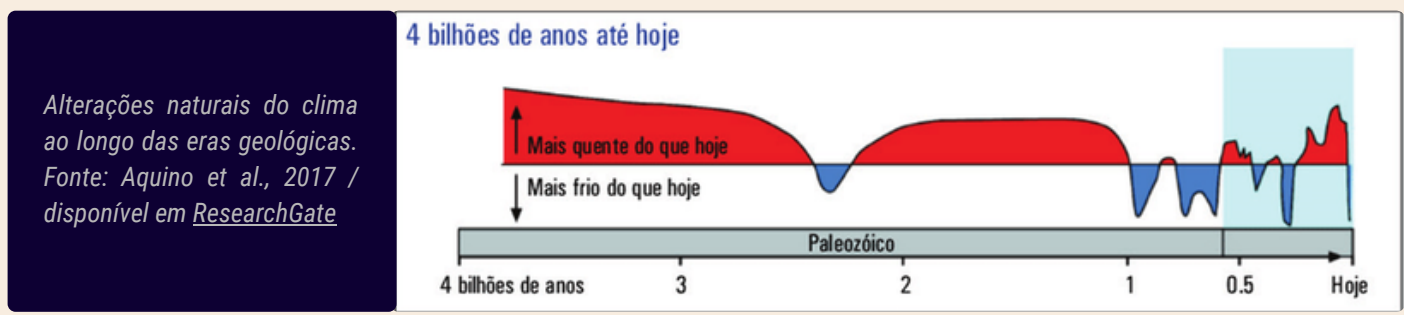
De tempos em tempos, em meio às nossas rotinas agitadas e cotidianos enfadonhos, tudo o que fazemos em relação ao clima é reclamar. Ora está quente demais, ora frio demais, ora surge uma chuva inesperada. No entanto, é importante lembrar que, neste momento, a Terra possui um ambiente propício à vida. Se podemos reclamar agora, é porque estamos vivos para fazê-lo. Mas já parou para pensar em todos os bilhões de anos que a Terra tem. Ou nos períodos em que havia vida, mas ainda não tão complexa como a nossa? Vamos embarcar nessa jornada pelo clima ao longo do tempo.

Quando a Terra se formou, há cerca de 4,5 bilhões de anos, era uma imensa massa de rocha fundida, com temperaturas elevadíssimas. Durante grande parte de sua história, manteve-se extremamente quente, embora tenha passado por períodos de resfriamento conhecidos como "Eras do Gelo". O primeiro grande episódio desse tipo ocorreu há aproximadamente 2 bilhões de anos, seguido por outros entre 750 e 600 milhões de anos atrás. Esses resfriamentos podem ter sido provocados por diversos fatores, como por exemplo, o aumento da concentração de oxigênio na atmosfera devido ao surgimento da fotossíntese. Há cerca de 500 milhões de anos surgiram os corais que muito têm nos ajudado a compreender a evolução do clima do nosso planeta.

A partir desse momento, o clima começou a apresentar um comportamento mais estável, embora tenha sido marcado por novas Eras do Gelo, dessa vez, menos agressivas do que as do passado. Nesse período, as temperaturas variaram entre um pico de 35°C e uma mínima de 12°C ao longo de mais de 250 milhões de anos. No Mesozóico (252-66 milhões de anos), as variações se tornaram menos extremas, e o planeta abrigou formas de vida icônicas, como os dinossauros. A atmosfera da época era mais rica em oxigênio, o que permitia a existência desses animais gigantes. Estudos indicam que a temperatura mais baixa do período foi de aproximadamente 17°C, enquanto a mais alta, registrada perto de seu fim, chegou a 38°C. No fim do período, além da extinção dos dinossauros, tem-se uma queda brusca na temperatura da superfície terrestre.

Já no Cenozóico (66 milhões de anos até hoje - Era dos Mamíferos), período em que vivemos, as temperaturas apresentaram uma tendência de resfriamento, com um pico inicial de cerca de 36°C. No entanto, desde a Primeira Revolução Industrial, o aumento das emissões de carbono na atmosfera tem impulsionado o aquecimento global, tornando-se uma ameaça preocupante. A complexidade da vida terrestre e a própria dinâmica dos climas locais estão em risco, considerando fatores como o aumento da umidade, a diminuição das calotas polares e outras alterações significativas.

A vida que hoje prospera na Terra não sobreviveria às condições extremas do antigo clima global. Após bilhões de anos de evolução, a biodiversidade alcançou um nível de complexidade impressionante, mas também se tornou frágil diante das mudanças climáticas que estamos vivenciando. Infelizmente, essas mudanças são, em grande parte, consequência das ações da espécie humana.



ESPECIAL

CAUSAS POR TRÁS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

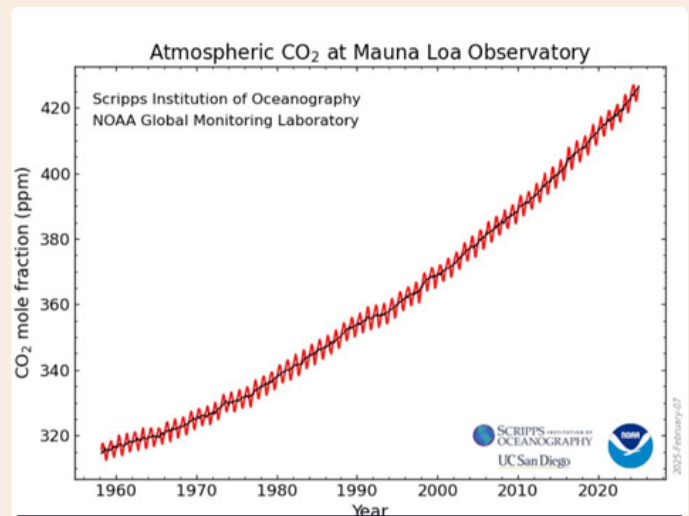
por Luiza Correa (IAG - USP)

Como apresentado em texto anterior, a Terra passa por ciclos naturais de mudança no clima, influenciado por variações no ciclo solar ou por erupções vulcânicas, por exemplo. O clima não é estático no planeta. Porém, a velocidade em que essas mudanças vêm ocorrendo nos últimos 300 anos nunca fora observada na história do nosso planeta. É inequívoco o aquecimento da maior parte da superfície da Terra desde a Primeira Revolução Industrial. Acompanhado do aquecimento, também observa-se o aumento da emissão dos chamados gases de efeito estufa na atmosfera. Neste texto, discutiremos um pouco sobre eles, como eles impactam a temperatura do planeta e o que nós, espécie humana, temos feito para intensificar as mudanças no clima.

O planeta Terra (ou seja, tanto a superfície quanto a atmosfera e os oceanos) emite radiação térmica, também chamada de radiação infravermelha. Essa radiação interage com certos gases presentes na atmosfera e o resultado dessa interação é que parte da radiação térmica emitida pelo planeta, ao invés de ir para o espaço, fica retida. Este é o Efeito Estufa.

Os gases de Efeito Estufa (chamados de GEE) são o vapor de água, o dióxido de carbono, metano, CFCs, ozônio, entre outros. O vapor de água é o principal GEE, mas ações humanas geram pouca influência direta sobre ele. Assim, os dois principais GEE que, além de possuírem origem natural também são emitidos por ação antrópica (aquela realizada pelo ser humano) de forma significativa, são o dióxido de carbono (CO_2) e o metano.

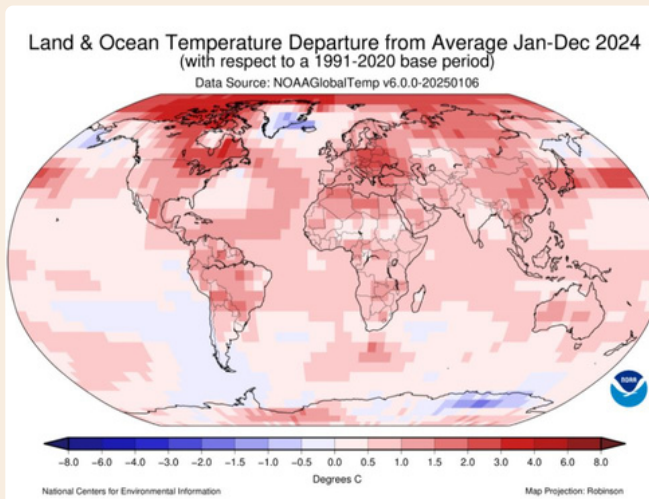
O CO_2 aumentou mais de 25% em 300 anos. Dentre as atividades humanas responsáveis por emití-lo na atmosfera, encontramos o desmatamento (e outras formas



O gráfico mostra o aumento da quantidade de carbono (fração molar) na atmosfera de 1960 até 2024. Registrado no observatório de Mauna Loa. Fonte: NOAA.

de uso/manejo da terra) e queima de combustíveis fósseis (como o petróleo e o carvão). Já o metano, que aumentou em 140%, é emitido em atividades como pecuária, extração de óleo e gás natural, mineração de carvão, etc.

O setor de energia contribui de forma significativa para o Efeito Estufa. Mais de 70% da fonte da energia dos EUA está concentrada em petróleo, gás natural e carvão. Lá, energias renováveis (como solar, eólica, hidrelétrica, etc) representam apenas 12.7%. Outros setores também contribuem fortemente, como agricultura/pecuária, manejo e uso do solo e indústrias. No Brasil, por exemplo, o principal setor responsável pela emissão de GEE é o de agropecuária (32.2%), seguido pelo de energia (28.9%) e depois pelo de uso e mudança do uso da terra e florestas (27.1%), de acordo com o Inventário Nacional de Emissões de Gases de Efeito Estufa de 2022, do MCTI (de livre acesso). Olhando para o estado de São Paulo, o setor que mais contribui para emissão de GEE é o de energia, e dentro dele o subsetor mais poluente é o de transportes.



Comparativo: variação da temperatura média de 2024 em relação à do período de 1991-2020. Fonte: NOAA.

O ano de 2024 foi o mais quente da série histórica. Por trás disso, há o aumento como nunca observado anteriormente e em tão pouco tempo dos gases de efeito estufa. Ações foram e estão sendo tomadas para frear este cenário, com avanços e retrocessos, e a situação atual do planeta é crítica.

ESPECIAL

ASTRONOMIA E O AQUECIMENTO GLOBAL

por Ana Dantas (ECA-USP)

Quando falamos de astronomia, logo pensamos em estrelas, planetas e galáxias distantes. Mas você sabia que essa ciência também nos ajuda a entender melhor o nosso próprio planeta? Um dos fenômenos mais importantes para a humanidade estudado por cientistas do mundo todo, é o aquecimento global - um processo de aumento da temperatura média da Terra, acelerado pela ação humana.

A atmosfera do nosso planeta funciona como um cobertor natural, retendo parte do calor do Sol e mantendo temperaturas adequadas para a vida. No entanto, a queima de combustíveis fósseis, o desmatamento e outras atividades humanas estão liberando grandes quantidades de gases de efeito estufa, como o dióxido de carbono (CO_2) e o metano (CH_4). Isso intensifica o efeito estufa e faz com que mais calor fique retido, provocando mudanças climáticas severas.

E onde entra a astronomia nisso? Estudando outros planetas, como Vênus, os astrônomos perceberam como um efeito estufa descontrolado pode transformar um mundo habitável em um verdadeiro forno. Além disso, observações espaciais feitas por satélites permitem monitorar a temperatura da Terra, o derretimento das calotas polares e o aumento do nível dos oceanos, fornecendo dados essenciais para entender e combater as mudanças climáticas.

O aquecimento global é um desafio real, mas o conhecimento científico nos dá ferramentas para enfrentá-lo. Se queremos preservar nosso planeta para as próximas gerações, precisamos agir agora. Cada pequena ação faz a diferença!

Saiba mais com a ONU Brasil.

ESPECIAL

AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E SUAS CONSEQUÊNCIAS

por Ramachrisna Teixeira (IAG-USP)

São muitas as consequências das alterações climáticas que a ciência consegue prever e naturalmente, podemos supor que outras ainda nem entraram no horizonte das pesquisas científicas.

O clima na Terra e o planeta como um todo, desde seu surgimento, encontra-se em evolução. Essa evolução em alguns momentos foi hostil e em outros foi favorável ao surgimento e desenvolvimento da vida, inclusive dos seres humanos.

O cenário atual não é nada simples. O que estamos vivenciando em nosso planeta vai muito além das alterações climáticas naturais fruto da evolução. Decorre também do rápido aumento da temperatura média do planeta – aquecimento global - devido à ação humana. Os cientistas são capazes de distinguir a origem das alterações que estamos observando através da combinação de modelos climáticos, análises estatísticas, histórico de observações, etc.

O aquecimento global ocorre principalmente devido ao acúmulo de gases como dióxido de carbono e metano entre outros, na atmosfera terrestre como consequência do uso de combustíveis fósseis (petróleo, carvão e gás natural), desmatamento, atividades agrícolas e pecuária.

As mudanças climáticas resultantes dessa ação humana estão provocando um enorme desequilíbrio na natureza e já afetam a vida de bilhões de seres humanos, claro, não todos da mesma maneira. Os mais carentes e menos poluidores sendo os que mais sofrem.

As emissões de gases de efeito estufa na atmosfera vêm de todas as partes do mundo, mas alguns países produzem muito mais do que outros. Os 6 maiores emissores, China, Estados Unidos, Índia, União Europeia, Fede-

ração Russa e Brasil, juntos foram responsáveis por mais da metade de todas as emissões globais de gases de efeito estufa em 2023. Por outro lado, os 47 países menos desenvolvidos responderam por apenas 3% das emissões globais desses gases.

As previsões sugerem que inevitavelmente enfrentaremos problemas climáticos nas próximas décadas, sendo alguns irreversíveis.

OS RESULTADOS DA ESTUFA QUE PRODUZIMOS AO REDOR DO NOSSO PLANETA PODEM SER SENTIDOS HOJE, DE VÁRIAS MANEIRAS, COMO POR EXEMPLO:

- DEGELADO ACELERADO DAS GELEIRAS DOS POLOS E DAS MONTANHAS;
- ELEVAÇÃO DO NÍVEL DO MAR;
- ONDAS DE CALOR, SECAS, INCÊNDIOS FLORESTAIS E TEMPESTADES MAIS INTENSAS E MAIS FREQUENTES;

É possível alterar esse quadro? Estamos em uma corrida contra o tempo e perdendo de muito, mas é possível minimizá-lo.

Os caminhos são claros: ciência e tecnologia por um lado e radical alteração em nosso comportamento, modo de vida e organização da sociedade.

A humanidade é capaz disso? Os donos do mundo abrirão mão de seus lucros e poderes?

Tratados internacionais como o chamado “Acordo de Paris” que, em princípio, deveriam mobilizar todos os países, liderados pelas principais nações do globo, na direção de um objetivo comum: **diminuir o ritmo do aquecimento global**, podem trazer algum alento. Entretanto, vemos movimentos de algumas dessas nações que parecem ir na direção oposta sugerindo que, talvez, os interesses não sejam realmente tão comuns quanto deveriam ser.

ESPECIAL

THE LAST OF US: AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E O APOCALIPSE ZUMBI

por Malu Carvalho (ECA- USP)

Produções audiovisuais com temas apocalípticos não são novidade na história do cinema. Filmes como *A Noite dos Mortos-Vivos*, *Guerra Mundial Z*, a saga de *Resident Evil* e mais um milhão de enredos sobre o apocalipse zumbi ou até *Mad Max* e *Wall-e* como representantes das distopias pós-apocalípticas, são exemplos notáveis.

Em 2023, a HBO estreou *The Last of Us*, uma série de televisão baseada em um jogo homônimo, que une o apocalipse zumbi com as mudanças climáticas em um mundo distópico nesta nova produção com 9 episódios até então.

The Last of Us mostra para o telespectador um mundo apocalíptico, no qual, um fungo parasita sofre uma mutação e se torna capaz de infectar humanos, gerando uma pandemia assustadora. Nos primeiros 3 minutos da série, um cientista explica a lógica da infecção humana por este fungo tão perigoso: apesar do fungo *Cordyceps* infectar somente a formigas por ser biologicamente acostumado com a temperatura corporal desses seres vivos, o cientista levanta a hipótese de que, caso a temperatura global aumentasse, isso poderia gerar uma evolução no fungo tornando-o capaz de infectar humanos cuja a temperatura corporal é maior do que das formigas. O mais aterrorizante nisso é que este fungo tem a incrível habilidade de controlar o hospedeiro.

Na realidade, o *Cordyceps* existe, mas a infecção em humanos ainda não é possível (para saber mais, [acesse o link](#)), porém, na série, anos depois de levantada a hipótese, o mundo sofre com mudanças climáticas e logo é assolado pelo contágio do *Cordyceps*. O fungo que antes só atacava formigas, agora faz com que os humanos hospedeiros adquiram o comportamento irracional e de ataque aos humanos não infectados, basicamente se tornam zumbis.

Na série, lidamos com a história de Joel, um sobrevivente amargurado que perdeu a família no começo da pandemia, 20 anos após o início das infecções, Joel tem a missão de levar Ellie, uma menina de 14 anos, para um grupo rebelde fora da zona de quarentena. Nesta jornada a dupla enfrenta muitos desafios e, principalmente, os infectados pelo fungo.

The Last of Us nos apresenta uma sociedade pandêmica e um mundo apocalíptico em uma história emocionante sobre a relação de Joel e Ellie. Apesar da drástica e uma distópica representação, a série traz a reflexão das consequências que as mudanças climáticas podem ter na vida na Terra.

Representação do Estalador, terceiro estágio de infecção em humanos pelo fungo. No universo de *The Last of Us*, conforme o tempo de infecção pelo *Cordyceps*, o fungo evolui em estágios de infecção no hospedeiro, quanto maior o tempo de contágio mais monstruosa é a criatura. Créditos: HBO



ASTRONOMIA EM QUADRINHOS



CORPO EDITORIAL:

- Ana Dantas
- Artur Junior
- Beatriz Moraes
- Camila Machado
- Daniel Valinhos
- Diogo Grizzo
- Erick Lagedo
- Hellen Pantoja
- Igor Alcantara
- Júlia Mello
- Luiza Correa
- Luiz Oliveira
- Malu Carvalho
- Otávio Moreira
- Rama Teixeira
- Suellen Camilo



INSTITUTO DE ASTRONOMIA,
GEOFÍSICA E CIÊNCIAS
ATMOSFÉRICAS



ACESSE NOSSO
ACERVO PELO
CÓDIGO QR AO
LADO

ENTRE EM CONTATO CONOSCO POR
CONTATODNCESTRELAS@GMAIL.COM E SIGAM A
GENTE NAS REDES SOCIAIS



A PRODUÇÃO E PUBLICAÇÃO DESTE BOLETIM É INDEPENDENTE.

A reprodução total ou parcial deste material é livre desde que acompanhada dos devidos créditos