

O ciclo do carbono e as mudanças climáticas



Conteúdo

04.
O que é
mudança
climática?

06.
O ciclo do
carbono
global

10.
Sumidouros
e fontes de
carbono

12.
O ciclo do
carbono
urbano

14.
Mistura
atmosférica

16.
Medição
de CO₂

18.
Ação
climática

O que é mudança climática?

A mudança climática é o aumento da temperatura global

Ela afeta o planeta de diferentes maneiras. Por exemplo, pode provocar mais ondas de calor, incêndios florestais, inundações, secas e deslizamentos de terra.



A atmosfera

A atmosfera é uma camada de gases que envolve a Terra. Está composta por:

Nitrogenio (N_2) - 78,1 %

Oxigenio (O_2) - 20,9 %

Argonio (Ar) - 0,9 %

Dióxido de carbono (CO_2) - 0,04 %

e pequenas quantidades de outros gases.

Por que o planeta Terra está aquecendo?

Os gases de efeito estufa (GEE)

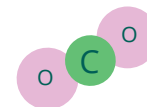
A mudança climática ocorre devido ao aumento da concentração dos gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera. Os GEE são gases da atmosfera que retêm o calor refletido pela superfície terrestre (assim como as estufas artificiais).

Esses gases são fundamentais para a nossa sobrevivência. Sem eles, a Terra poderia atingir temperaturas de até $-19^\circ C$. No entanto, nos últimos anos, a concentração de GEE aumentou consideravelmente, o que faz com que mais calor seja retido e, portanto, a temperatura global do planeta aumente e o clima mude. Esse aumento de gases deve-se, em grande parte, às atividades humanas.

Alguns exemplos de gases de efeito estufa são:



Metano



Dióxido de carbono



Óxido Nitroso



Gases Fluorados

O ciclo do carbono

Carbono

O carbono é um elemento químico que se encontra em diferentes formas. Por exemplo:

- Nosso corpo (18 % em massa): no DNA, nos músculos, nos ossos e outros tecidos
- Na atmosfera como CO₂
- Rochas, terra e crosta terrestre
- Combustíveis (e.g. petróleo)
- Oceano
- Animais
- Plantas
- Edifícios

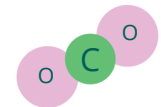
O carbono se move de diferentes formas através do ciclo do carbono. Este é um processo que explica como o CO₂ se desloca de e para a atmosfera.



Dióxido de Carbono

O dióxido de carbono, também conhecido como CO₂, é o GEE mais importante, pois é o emitido em maior quantidade e o que permanece por mais tempo na atmosfera. O CO₂ pode permanecer na atmosfera por milhares de anos, um fenômeno conhecido como tempo de permanência ou de residência na atmosfera. Devido à sua alta concentração e longa permanência, é prioritário reduzir suas emissões.

Outros GEE têm períodos de permanência mais curtos ou concentrações menores. Por exemplo, enquanto o CO₂ representa 0,04% da atmosfera, o metano representa 0,00018% e o óxido nítrico, 0,00003%. É surpreendente ver como essas «pequenas quantidades» podem reter tanto calor.



O ciclo do carbono



As fontes e os sumidouros de carbono são elementos-chave no ciclo do carbono.

Um sumidouro de carbono é um sistema que absorve mais carbono do que emite.

Uma fonte de carbono é aquilo que emite mais carbono do que absorve.

As fontes e os sumidouros regulam a quantidade de carbono na forma de CO₂ presente na atmosfera.

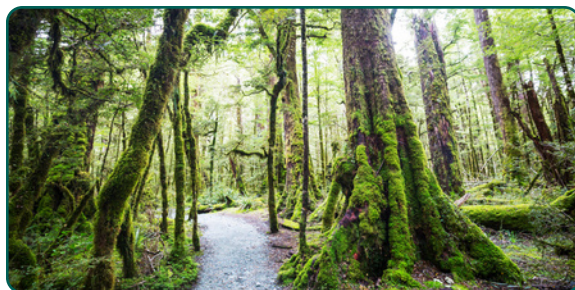
Fontes e sumidouros de carbono



Florestas e solos

As plantas das florestas capturam o CO_2 por meio da fotossíntese e incorporam o carbono à sua biomassa. As árvores são capazes de armazenar carbono durante toda a sua vida; além disso, quando são cortadas para o uso de sua madeira, o carbono permanece retido fora da atmosfera durante a vida útil do produto.

Os solos atuam como um reservatório de carbono a longo prazo após a decomposição da matéria orgânica.



Oceanos

Os oceanos também trocam CO_2 com a atmosfera. Eles armazenam carbono na superfície e nas profundezas marinhas, onde posteriormente é utilizado pelas plantas e pelos animais marinhos. Uma pequena parte volta a ser liberada para a atmosfera.

No entanto, o excesso de carbono é prejudicial, pois provoca a acidificação da água e afeta gravemente a vida marinha.



Combustíveis Fósseis

Os combustíveis fósseis são a principal fonte de emissões de CO_2 . Os seres humanos os utilizam principalmente como fonte de energia e, ao queimá-los, liberam grandes quantidades de carbono de forma rápida.

Os combustíveis fósseis, como o carvão, o petróleo e o gás, provêm do carbono armazenado pelos seres vivos durante milhões de anos na Terra. Eles são queimados e utilizados principalmente para gerar energia, eletricidade e calor. Quanto maior o seu consumo, maior é a quantidade de carbono liberada na atmosfera, ultrapassando a capacidade de absorção de sumidouros como as florestas e os oceanos.



O ciclo do carbono nas cidades

Atmosfera



Legenda

- CO₂ de origem fóssil
- CO₂ biogênico (ou bio-CO₂)

As residências e as indústrias também emitem CO₂ proveniente de fontes biogênicas, como a queima de madeira.

O ciclo do carbono nas cidades e zonas urbanas

A maioria da população mundial vive nas cidades, onde são emitidas grandes quantidades de CO₂ devido a atividades cotidianas como o transporte, a climatização de residências e o consumo de eletricidade. As grandes metrópoles são responsáveis por cerca de 70% das emissões globais de CO₂.

Por exemplo, em Barcelona, 21% das emissões de carbono provêm do transporte urbano. Em conjunto com as demais atividades do dia a dia, esse setor libera uma parcela significativa de CO₂ na atmosfera. Embora a emissão de gases de efeito estufa seja superior nas zonas urbanas, as áreas rurais registram uma elevada produção de metano devido à agricultura e à pecuária.

Como é a distribuição de emissões de carbono da sua cidade?



Metano

O metano (CH₄) é outro gás de efeito estufa fundamental. Na atmosfera, o metano representa apenas 0,00018% da composição, mas, ainda assim, é um gás muito influente devido ao seu potencial de aquecimento global, que chega a ser até 80 vezes superior ao do dióxido de carbono. O metano é gerado de forma natural nas zonas úmidas (ou pântanos). Por outro lado, a atividade antropogênica o produz por meio da agricultura, da pecuária e da combustão de combustíveis fósseis.

Mistura atmosférica

O ar e o vento desempenham um papel importante na mistura atmosférica. Eles evitam que as emissões permaneçam apenas no local onde foram emitidas. No entanto, os ventos fortes podem transportar os gases para longe de suas fontes, o que provoca um impacto em escala global.

A camada limite atmosférica (CLA) é uma faixa estreita que pode medir de 100 a 3000 metros de altura sobre a superfície terrestre. É dentro dessa camada que se produz a maior parte dos gases de efeito estufa (GEE). A sua altura varia em função da época do ano e da temperatura.

Quando a superfície terrestre se aquece, a camada limite atmosférica se expande e ganha profundidade, atingindo até 3000 metros (por exemplo, nas tardes de verão). Portanto, os GEE se distribuem em um volume de ar muito maior e se dispersam melhor, o que gera uma ilusão de menor concentração em comparação com os períodos mais frios, como as noites de inverno. Na realidade, é emitida a mesma quantidade de GEE, mas a temperaturas mais baixas a camada limite se reduz a cerca de 200 metros, o que faz com que a concentração pareça muito mais elevada.



Medição de CO₂

O CO₂ é medido em todo o mundo para a investigação das mudanças climáticas. Quando medimos o CO₂, medimos a sua concentração, não as emissões. A concentração é a quantidade de CO₂ em proporção ao volume total de ar, enquanto as emissões são a quantidade de CO₂ que é liberada para a atmosfera.

O CO₂ é medido na unidade «partes por milhão» (ppm). Por exemplo, se a concentração é de 415 ppm, significa que, para cada milhão de moléculas de ar, 415 são de CO₂ (415 / 1 000 000).

Devido à dinâmica de mistura da atmosfera, calcular as emissões a partir das medições de concentração de CO₂ resulta em um processo complexo. Por exemplo, as emissões matutinas são liberadas em um volume de ar mais reduzido do que as vespertinas, já que a camada limite atmosférica se encontra a uma altura menor; portanto, a concentração de CO₂ registrada pelo analisador será maior.

Por exemplo, em Barcelona, existem cinco estações de medição da concentração de CO₂: Fabra, ICTA, ICM, IDAEA e UPC-Agrópolis, as quais estão localizadas em diferentes zonas da cidade:

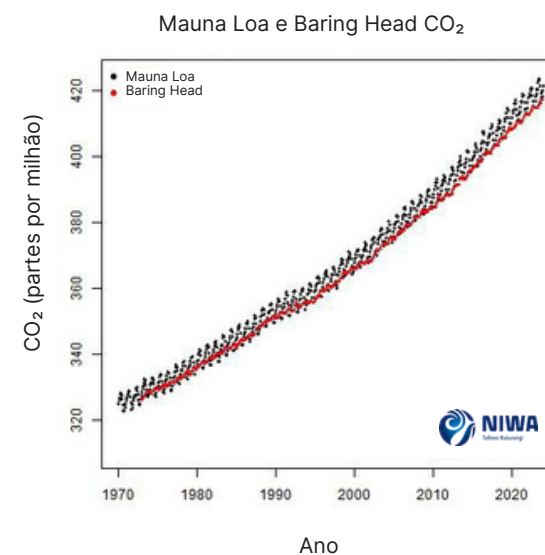
 <https://webs.uab.cat/atmosphere/greenhouse-gas-monitoring/>



A medição contínua de CO₂ mais antiga do mundo começou no ano de 1958 no Instituto de Oceanografia Scripps, sob a responsabilidade de Charles David Keeling.

Na estação de Baring Head, perto de Wellington (Nova Zelândia), a NIWA realiza medições da concentração de CO₂ desde 1972. Essa medição fornece informações sobre o hemisfério sul.

No hemisfério norte, a estação de Mauna Loa, no Havaí, realiza essas medições desde 1958. Ambos os locais demonstram o aumento global do CO₂ na atmosfera.



O que podemos fazer?

Todos podemos reduzir a nossa pegada de carbono. Por exemplo, modificando hábitos do dia a dia, como o tipo de transporte que utilizamos.

Exemplos de ações com consciência ambiental:

- Optar pela mobilidade sustentável: Caminhar, usar a bicicleta ou o patinete em vez de dirigir veículos particulares.
- Reduzir o consumo: O consumo excessivo gera uma grande quantidade de emissões de GEE devido à produção industrial. Comprar menos ou adquirir produtos de segunda mão traz grandes benefícios para o meio ambiente.
- Economizar energia: Desconectar os equipamentos eletrônicos que não estiverem em uso e apagar as luzes.
- Participar na comunidade: Engajar-se de forma ativa nas políticas ambientais do seu bairro ou cidade.
- Analisar o seu impacto: Para reduzir a pegada de carbono, é necessário entender de onde ela vem. É possível consultar online quais atividades habituais geram mais GEE para avaliar quais mudanças implementar.



-Autores-

Folheto elaborado por Michelle Cosnett

Escrito por Leigh Fleming; editado por Jocelyn Turnbull, Vanessa Monteiro, Erin Edmonds e Cybelli Barbosa

Ilustrações de Michelle Cosnett (Buravleva Stock, Envato) e de Cybelli Barbosa (Pexels, Canva, Genially)

Gráficos de Donna Hiraina e Vanessa Monteiro

Diagramação e edição de Cybelli Barbosa

-Créditos de las imágenes-

Figura del registro de CO₂ proporcionada por NIWA

Imágenes de archivo de Envato, Pexels e iStock Getty Images

-Agradecimientos-

Folheto criado como parte de «Drive it down! Measuring and mitigating school-gate emissions».

Este projeto, incluídos os recursos educativos, foi possível graças a:

- Ministry of Business, Innovation and Employment - Unlocking Curious Minds Fund (2024)
- Wellington Doctoral Scholarship from Te Herenga Waka Victoria University of Wellington (Vanessa Monteiro)
- University of California Berkeley (low-cost sensors)
- MBIE - Endeavor Research Programme CarbonWatch-Urban (2023)
- Royal Society Catalyst Fund (2021)

Tradução e adaptação para o português:

Vanessa Monteiro (Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals de la Universitat Autònoma de Barcelona)

Tradução e adaptação possível graças a:

- ICTA-UAB “María de Maeztu” Programme for Units of Excellence of the Spanish Ministry of Science, Innovation and Universities (CEX2024-001506-M funded by MICIU/AEI/10.13039/501100011033).

Contato (original)

driveitdown@gns.cri.nz

www.gns.cri.nz/driveitdown

Contato (português e inglês)

amb.ghgbarcelona@gmail.com

Vanessa.Monteiro@uab.cat

