



Coordenação de Armindo Rodrigues

Alterações Climáticas – O Futuro que Precisamos: não impossível, mas difícil

Autor:

Maria Gabriela Meirelles

Já em pleno século XX, na década de 50, o físico teórico Gilbert Plass concluiu que a radiação infravermelha é absorvida pelo dióxido de carbono nos vários níveis da atmosfera, tendo verificado que um aumento da concentração de dióxido de carbono está relacionado com um aumento de temperatura. Manabe, prémio Nobel de Física em 2021, foi o primeiro pesquisador a explorar a interação entre o balanço radiativo e o transporte vertical de massas de ar por convecção, levando em consideração a contribuição do calor devido ao ciclo da água. Níveis elevados de dióxido de carbono na atmosfera implicam um aumento de temperatura na parte inferior da atmosfera e um resfriamento na parte superior da mesma. Assim, foi confirmado por este cientista que a variação de temperatura é devida ao aumento dos níveis do dióxido de carbono na atmosfera. Se este aumento fosse causado por um maior input da radiação solar, toda a atmosfera deveria estar a aquecer.

As décadas de 50 e de 60 foram férteis no avanço do conhecimento do Sistema Terra, em particular da atmosfera, e da simulação do seu comportamento por meio de modelos. Um modelo climático consiste numa representação de subsistemas complexos e heterogêneos, de grande escala temporal, que são os constituintes do Sistema Climático ou Sistema Terra. Baseia-se nas propriedades físicas, químicas e biológicas da atmosfera, hidrosfera, criosfera, biosfera e litosfera e, ainda, nas interações e pro-

cessos de retroação e outras propriedades conhecidas do sistema climático. O sistema de equações fundamentais que determinam a evolução do estado da atmosfera é constituído pela equação da conservação da massa ou equação da continuidade, pelas equações da conservação do momento linear (3 equações do movimento), pela equação de conservação da energia ou equação termodinâmica e ainda pela equação dos gases perfeitos.

Os resultados das previsões de vários modelos climáticos apontam para um aumento da temperatura média global de 3 a 4° para o ano de 2100, relativamente aos valores pré-industriais, considerando o Cenário de Trajetórias Representativas de Concentrações RCP 6.0.

O En-ROADS é um modelo de simulação que explora como lidar com os desafios globais da energia e clima por meio de mudanças políticas, tecnológicas e sociais. Permite criar cenários que se concentram em como as mudanças nos impostos, subsídios, crescimento económico, eficiência energética, inovação tecnológica, preço do carbono, mistura de combustíveis e outros fatores alterarão as emissões globais de carbono e a temperatura. Por cada simulação efetuada, o aplicativo En-ROADS calcula os resultados de ~14.000 equações, com um intervalo de tempo de ~45 dias, ao longo de 110 anos, de 1990 a 2100, em 60 milissegundos. Considerando os dados atuais, o simulador En-Roads prevê um aumento de temperatura de 3.6° por volta de 2100, Figura 1.

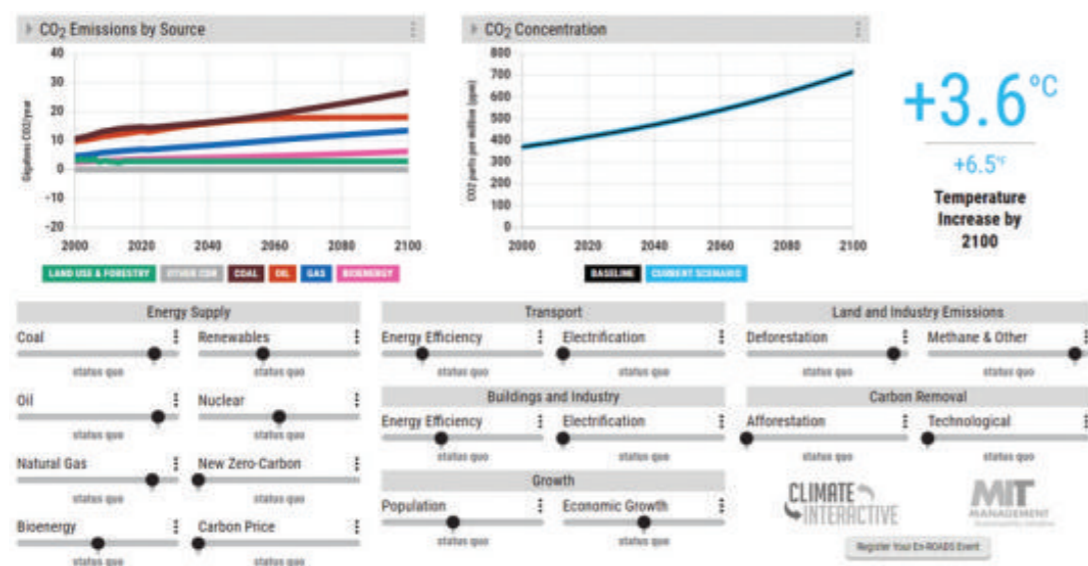


Figura 1 – Fontes emissoras de dióxido de carbono CO₂ e a sua concentração na atmosfera.
Fonte: Simulador En-Roads.

Coordenação de Armindo Rodrigues

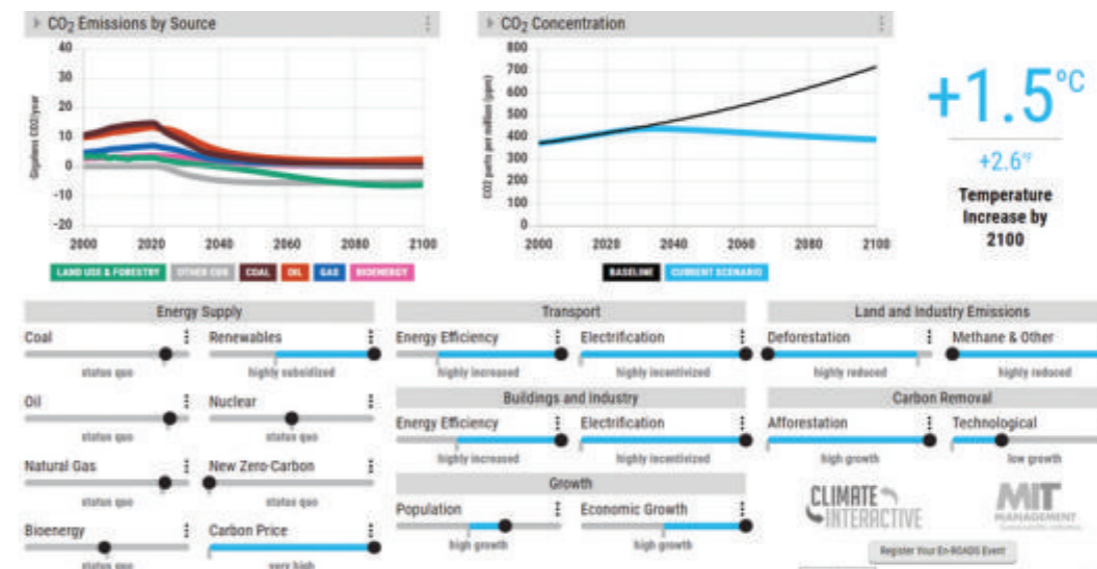


Figura 2 – Fontes emissoras de dióxido de carbono CO₂ e a sua concentração na atmosfera com a adoção de algumas políticas públicas.

Fonte: Simulador En-Roads.

No entanto, o Acordo de Paris visa alcançar a descarbonização das economias mundiais e estabelece o objetivo de limitar o aumento da temperatura média global a 2°C até 2100, relativamente aos níveis registados na era pré-industrial, e prosseguir esforços para limitar o aumento de temperatura a 1,5°C, reconhecendo que isso reduzirá significativamente os riscos e impactos das alterações climáticas.

Considerando em 2100 uma população mundial que ronde os 11,8 mil milhões de pessoas, um crescimento da economia mundial em torno de 2,5% ao ano e introduzindo políticas públicas ao nível do fornecimento de energia, dos transportes, dos edifícios e indústria e do uso da Terra, o simulador En-Roads prevê um aquecimento de 1,5°C até 2100, tendo como referência a era pré-industrial, Figura 2.

Para que tal cenário seja factível, o fornecimento de energia terá de acontecer com recurso ao uso de alternativas renováveis. Para desencorajar o uso dos combustíveis fósseis, o preço

do carbono em 2100 deveria rondar os 250 \$/ton CO₂. Tendo como referência o ano de 2021, é necessário haver uma redução de 50% na utilização do petróleo e 85% na utilização do carvão, enquanto, a eficiência energética nos transportes deveria crescer 4,9%/ano, para que em 2100 todos os veículos fossem elétricos. Nos edifícios e na indústria a eficiência energética deve crescer 5%/ano e a eletrificação 100%. Em relação às emissões de gases com efeito estufa a partir do solo, é necessário diminuir a deflorestação em 10%/ano e reduzir as emissões de CH₄ em 60%. Na indústria é a emissão de gases fluorados que terá de ser reduzida em 60% até ao final do século. Nesta simulação, também, foi levada em conta a remoção do carbono existente na atmosfera através da florestação (plantar 98% da terra reservada para este uso) e da remoção de 30% recorrendo ao uso de tecnologias para este efeito.

Esta é uma das várias simulações possíveis, que nos indicam um caminho a percorrer para que seja cumprido o Acordo de Paris.

En-ROADS



O En-ROADS é um modelo de simulação de políticas que oferece a possibilidade de projetar cenários para limitar o aquecimento global futuro. O simulador foi desenvolvido pela Climate Interactive, Ventana Systems e MIT Sloan School Management. Tem sido utilizado por

uma ampla gama de pessoas, incluindo membros do Congresso dos Estados Unidos, banco HSBC, Gabinete do Secretário-Geral da ONU, professores universitários entre outros. Durante dois meses o MIT facultou um curso de formação, no qual a docente participou.