

COP-30 e o agravamento da crise climática – caminhos para a construção de uma sociedade sustentável

PAULO ARTAXO¹

Um clima planetário em rápida mudança, com altos riscos

O CLIMA de nosso planeta mudou. Há 30 ou 40 anos, falávamos das mudanças climáticas como algo para o futuro, para o fim do século XXI. Mas a mudança climática chegou com toda a sua força, e em sua face mais visível, que é o aumento da frequência e intensidade dos eventos climáticos extremos. Os fortes impactos econômicos e sociais já são sentidos em muitos aspectos. A COP-30 está gerando fortes expectativas de uma “virada” no jogo das mudanças climáticas e da capacidade de reação dos governos em relação às emissões de gases de efeito estufa, adaptação climática e estratégias de financiamento da transição energética. Hoje é muito claro que temos que acabar com a exploração e uso de combustíveis fósseis, bem como eliminar o desmatamento de florestas tropicais, o mais rapidamente possível.

As mudanças climáticas já estão moldando nossas sociedades de maneiras profundas e variadas, afetando aspectos essenciais da vida cotidiana, da economia e do meio ambiente. O Brasil, com sua vasta biodiversidade e uma economia que depende fortemente do clima, enfrenta desafios significativos à medida que os padrões climáticos continuam a mudar. Os impactos climáticos afetam a produtividade da agropecuária, e a produção de hidroeleticidade de maneira intensa, aumentando o preço de alimentos e energia, penalizando especialmente a população mais pobre de nosso país. A infraestrutura brasileira, incluindo cidades e sistemas de transporte, é bastante vulnerável a eventos climáticos extremos. Inundações e deslizamentos de terra, que têm se tornado mais frequentes, causam danos econômicos e sociais significativos e geram custos elevados para reparação e adaptação. O aumento da frequência e intensidade dos eventos climáticos extremos auxiliou na percepção de que as mudanças climáticas deixaram de ser uma ameaça para nosso futuro, e que estão conosco agora. A sociedade brasileira precisa se adaptar ao novo clima, pois como um país tropical seremos um dos mais impactados pelo agravamento da crise climática.

O Brasil é um país megadiverso, sendo repositório de uma das biodiversidades mais ricas em nosso planeta. As mudanças climáticas estão impactando o

equilíbrio dos ecossistemas e a biodiversidade. As perdas de hábitat, associadas às mudanças de uso do solo, se associam à mudança do clima, em que muitas espécies não estão sendo capazes de se adaptar com a velocidade necessária. Essas mudanças nos padrões climáticos estão ameaçando muitas espécies de flora e fauna. A biodiversidade vai diminuir, com impactos profundos sobre os serviços ecossistêmicos essenciais, como a polinização e evapotranspiração que alimentam a chuva em grandes regiões do nosso país.

Para onde as mudanças climáticas globais estão levando o clima de nosso planeta?

A temperatura média de nosso planeta já aumentou cerca de 1.6 °C acima dos níveis pré-industriais. Em áreas continentais, esse aumento médio da temperatura atingiu cerca de 2.1 °C, e algumas regiões brasileiras aumentaram 2.4 °C, como o vale do Rio São Francisco, a região leste da Amazônia, entre outras. A região ártica de nosso planeta já aumentou 3.5 °C em sua temperatura em vastas áreas, que cobrem Canadá, Escandinávia e Rússia. Portanto, a meta do Acordo de Paris de limitar o aquecimento médio global em 1.5 °C está certamente sob risco.

E quanto aos cenários futuros? Se as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) continuarem a crescer no ritmo atual, a temperatura média global pode aumentar em cerca de 4.3°C em relação aos valores pré-industriais ao longo deste século, de acordo com as simulações climáticas do IPCC (IPCC, 2023). Mesmo no caso de que a maior parte dos países cumpra seus atuais compromissos de redução, teremos um aumento médio de temperatura de 3.1°C (Unep, 2024). Importante salientar que um aumento de temperatura médio de 3.1°C implica que no Brasil teremos aumento de temperaturas de 4 a 4.5 °C.

Esse aquecimento exacerbado terá efeitos profundos sobre o clima, o meio ambiente, as economias e a população. O aumento das temperaturas médias está associado a uma maior frequência e intensidade de eventos climáticos extremos, como ondas de calor, secas, tempestades e inundações. Esses eventos são esperados para se tornarem mais frequentes e severos, com impactos significativos sobre a agricultura, a infraestrutura, na saúde das populações, e na vida cotidiana no Brasil e em todo o planeta.

Alterações no padrão de precipitação e seus impactos

As mudanças climáticas estão alterando os padrões de precipitação no Brasil. Em vastas áreas do Cerrado, Vale do São Francisco e Amazônia, estamos observando redução na quantidade de chuva. No sul do Brasil, como no Rio Grande do Sul, a chuva está aumentando em média. Os eventos de chuva extrema aumentaram não só no sul do Brasil, com chuvas intensas que causam inundações em cidades e perda de safras agrícolas em áreas rurais. Essa redução na disponibilidade de água afeta a produtividade da agropecuária, a disponibilidade de águas nas cidades e os ecossistemas aquáticos em geral, impactando diretamente a vida humana, a biodiversidade e a economia brasileira. O setor agrícola

é extremamente vulnerável às alterações no clima, já que depende das condições ambientais favoráveis para garantir uma produção saudável e eficiente. A ocorrência de secas prolongadas e inundações mais frequentes cria um ambiente imprevisível, dificultando o planejamento e a gestão das atividades agrícolas. Essa variabilidade climática impacta diretamente a produtividade e pode levar a prejuízos consideráveis para os agricultores. Inúmeros exemplos mostram que as práticas sustentáveis, como a agricultura de conservação, o uso de produtos biológicos e a integração de sistemas agroflorestais, ajudam a reduzir os impactos das mudanças climáticas na agricultura, e podem inclusive sequestrar carbono no solo.

Outro importante setor econômico que é afetado pelas secas é a produção de hidroeletricidade. O Brasil depende em 62% da geração elétrica de nossas hidroelétricas. Com uma menor disponibilidade hídrica no Cerrado, que é o berço de importantes bacias hidrográficas brasileiras, o Brasil nos últimos anos teve aumento no custo de eletricidade pela entrada em operação de usinas que queimam combustíveis fósseis. O custo da queima de gás natural e óleo é muito maior do que a geração hidroelétrica, solar ou eólica.

Aumento do nível do mar e impactos em nossas áreas costeiras

Desde o começo do século XX, o nível do mar tem subido de maneira sem precedentes em 3 mil anos. O aquecimento global está provocando o derretimento das camadas de gelo na Groenlândia e na Antártida, bem como das geleiras continentais, o que está contribuindo para o aumento do nível do mar. Em 2024, o nível global do mar subiu 0,59 cm, mas as diferenças regionais são importantes. Se as atuais tendências continuarem, o nível do mar pode subir de 80 centímetros a 1 metro ao longo deste século, dependendo das emissões futuras e da resposta dos sistemas de gelo (Climate Central, 2025). O Brasil é particularmente vulnerável ao aumento de nível do mar, pois temos 8.500 km de áreas costeiras, com grandes cidades que podem enfrentar risco aumentados de inundações, ressacas e deslocamento de populações. As áreas urbanas com maiores riscos quanto ao aumento do nível do mar são Recife, Santos, Porto Alegre, Belém Fortaleza, Rio de Janeiro, entre outras. É fundamental que essas cidades tenham estratégias de adaptação ao aumento do nível do mar, para proteger adequadamente suas populações. Os custos do enfrentamento do aumento do nível do mar são altos, tendo em vista os dados em infraestruturas como portos, aeroportos, sistema viários e nossas cidades litorâneas.

Impactos nos ecossistemas brasileiros

As mudanças climáticas estão exercendo uma pressão crescente sobre o funcionamento básico dos ecossistemas brasileiros, que são diversos e complexos. O Brasil abriga alguns dos mais ricos biomas do planeta, incluindo a Amazônia, o Cerrado, a Caatinga, a Mata Atlântica e os Pampas. Cada um desses ecossistemas está enfrentando desafios distintos devido às alterações nos padrões climáticos.

A Amazônia é um dos ecossistemas mais críticos para o equilíbrio climático global e local, pelo seu importante papel nos ciclos hidrológicos e do carbono (Artaxo, 2019). As mudanças climáticas estão afetando a Amazônia de várias maneiras: 1) Desmatamento e degradação florestal: A Amazônia já perdeu 19% de sua área original pelo desmatamento. O desmatamento, exacerbado por condições climáticas extremas como secas mais frequentes, está reduzindo a capacidade da floresta de atuar como um sumidouro de carbono. Isso resulta em uma maior emissão de gases de efeito estufa para a atmosfera e perda de biodiversidade. 2) Secas e incêndios: secas prolongadas e incêndios florestais têm se tornado mais comuns, alterando a estrutura da floresta e favorecendo a conversão para outros tipos de vegetação, como savanas. Isso pode levar a uma mudança na composição das espécies e na funcionalidade do ecossistema. 3) Mudança na biodiversidade: a Amazônia é o ecossistema terrestre com a maior biodiversidade do planeta. A floresta depende de precipitação intensa e de temperaturas às quais a floresta evoluiu ao longo dos últimos milênios. A queda na precipitação e o aumento de temperatura está trazendo estresse para a vegetação, que responde com menores taxas fotossintéticas e redução na absorção de carbono. Vários trabalhos científicos apontam que a floresta pode ter iniciado um processo de perda de carbono, alimentando o aquecimento global, e entrando em um processo de degradação florestal (SPA, 2021). O risco desse potencial “*tipping point*” é que a Amazonia contém 120 bilhões de toneladas de carbono, que poderiam ir para a atmosfera (corresponde a cerca de 10 anos de todas a queima de combustíveis fósseis), alimentando fortemente o efeito estufa (Artaxo et al., 2022).

O Cerrado é um bioma que desempenha um papel crucial na regulação hídrica e na biodiversidade brasileira, sendo o berço de várias importantes bacias hidrográficas brasileiras. O Cerrado está enfrentando alterações nos padrões de chuva, com períodos de seca mais intensos e irregulares. Isso afeta a vegetação típica do bioma e pode levar à desertificação. A expansão agrícola tem sido uma pressão constante sobre o Cerrado. Com a mudança no clima, a capacidade de recuperação do solo e da vegetação está diminuindo, reduzindo a sustentabilidade em longo prazo da agricultura na região. As alterações do habitat e a pressão antrópica podem levar à extinção de várias espécies endêmicas do Cerrado, especialmente aquelas que não podem se adaptar rapidamente às mudanças climáticas.

A Caatinga é um bioma semiárido caracterizado por sua vegetação xerófila e adaptada a condições áridas, onde observamos que está ocorrendo um aumento da frequência e severidade das secas. Isso afeta a disponibilidade de água para as plantas e animais, além de prejudicar a agricultura local. A vegetação da Caatinga pode sofrer mudanças significativas, com menor disponibilidade de água, com algumas espécies não conseguindo sobreviver às novas condições climáticas.

O único caminho possível: rápidas reduções de emissões de gases de efeito estufa

As atividades econômicas em nosso planeta estão emitindo a cada ano cerca de 57 bilhões de toneladas de dióxido de carbono (CO_2) equivalente. Os três principais gases de efeito estufa são o CO_2 , emitido na queima de combustíveis fósseis; o metano (CH_4), cujas emissões são associadas à pecuária e exploração de gás natural; e o óxido nitroso (N_2O), emitido em atividades agrícolas, pelo uso de fertilizantes. Estamos com isso alterando a composição da atmosfera terrestre, aumentando a concentração de gases que aquecem nosso planeta. As estratégias de mitigação visam reduzir as emissões de gases de efeito estufa e reduzir o aquecimento global. O Brasil tem possibilidades importantes na redução de emissões, com benefícios para a sociedade. No nosso caso, salientamos algumas medidas importantes: 1) Redução do desmatamento e restauração de áreas florestais. É fundamental ao nosso país a implementação e fortalecimento de políticas de combate ao desmatamento, promover a fiscalização e apoiar iniciativas de proteção e manejo sustentável das florestas. Também precisamos implementar programas de restauração florestal, com o incentivo à recuperação ecológica e recuperação de áreas degradadas, que pode recuperar os serviços ecossistêmicos. 2) Intensificação do uso de energias renováveis. O Brasil precisa expandir a capacidade de geração de energia a partir de fontes renováveis, como solar, eólica, hidroelétrica e biomassa. O Brasil já tem uma matriz energética com uma alta participação de energias renováveis (>85%), mas é importante acabar com a exploração de combustíveis fósseis, investindo pesadamente no enorme potencial brasileiro de geração solar e eólica. Precisamos também incentivar a eficiência energética, com a promoção de uso mais eficiente de energia em edifícios, indústrias e transportes. 3) Promoção da agricultura sustentável. É fundamental ao país a implementação de práticas agroecológicas: adotar técnicas agrícolas que promovam a conservação do solo e da água, como o plantio direto e a rotação de culturas. Auxiliaria nessa componente a implementação de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta para melhorar a eficiência do uso da terra e reduzir as emissões de metano da pecuária. 4) Transporte sustentável: temos que investir em transporte público e mobilidade urbana de qualidade com baixas emissões de gases de efeito estufa. Isso significa expandir e melhorar o transporte público e incentivar o uso de meios de transporte sustentáveis, como bicicletas e veículos elétricos. O benefício adicional, além de reduzir emissões é reduzir a poluição do ar urbana, que afeta negativamente a saúde de milhões de brasileiros.

A necessária adaptação e aumento da resiliência climática

O novo clima já chegou entre nós, e precisamos nos adaptar a ele. A adaptação visa reduzir a vulnerabilidade aos impactos das mudanças climáticas e aumentar a resiliência dos ecossistemas, da população e da economia. As principais estratégias podem incluir: 1) Melhorar a gestão dos recursos hídricos: desenvolver e implementar políticas para a gestão integrada dos recursos hídricos,

incluindo a construção de infraestruturas de armazenamento e a promoção de práticas de uso eficiente da água. Nas áreas urbanas, investir em planejamento urbano resiliente, com projetos e construção de infraestrutura urbana que considere os riscos de inundações e outros eventos climáticos extremos. 2) Proteção e restauração de ecossistemas, com a conservação de áreas naturais. Temos que proteger áreas críticas, como zonas de recarga de aquíferos e áreas de biodiversidade, para garantir a resiliência dos ecossistemas e seus serviços. 3) Restaurar ecossistemas degradados, com a implementação de projetos de restauração para melhorar a saúde dos ecossistemas e sua capacidade de se adaptar às mudanças climáticas. 4) Desenvolver sistemas agropecuários sustentáveis, com investimentos em pesquisa e desenvolvimento para criar variedades de culturas que sejam mais resistentes a condições climáticas extremas, como secas e inundações. 5) Adaptação do sistema de saúde pública, com o fortalecimento do sistema de saúde para lidar com os impactos das mudanças climáticas, como doenças relacionadas ao calor e a proliferação de doenças transmitidas por vetores. É fundamental tornar o sistema de saúde mais resiliente às mudanças do clima. 6) Planejamento de resiliência a desastres, com o desenvolvimento de planos de contingência e resposta a desastres que considerem os riscos climáticos, incluindo a capacitação de comunidades e a melhoria da infraestrutura de proteção das populações. 7) Promover a conscientização climática, com a implementação de programas educativos sobre mudanças climáticas e sustentabilidade para aumentar a conscientização e engajamento da população. Somente uma fração da população tem conhecimentos dos riscos à nossa sociedade que as mudanças climáticas estão nos impondo.

COP-30 – Construindo um planeta mais sustentável e resiliente às mudanças climáticas

A COP-30 vai ser um evento importante para que o Brasil retome a liderança global nas questões associadas às mudanças climáticas. A conferência pode ser a “COP da virada”, como coloca o presidente da COP-30, mas a conferência está ocorrendo em um cenário internacional pouco favorável a intensificação de governanças globais. Precisamos aproximar a ciência das políticas públicas relativas às questões ambientais e climáticas, em todas as áreas. Somente com um trabalho multidisciplinar integrado, particularmente com os países em desenvolvimento poderemos construir um caminho de sustentabilidade (Artaxo, 2012). Precisamos traçar uma rota para o mundo se livre dos combustíveis fósseis, que são a raiz dos problemas climáticos que enfrentamos. Precisamos também estruturar políticas de adaptação ao novo clima, particularmente nos países mais vulneráveis. Nessa tarefa é fundamental a implementação de mecanismos de financiamento para que países menos desenvolvidos possam implementar sua transição energética, e se adaptar ao novo clima.

As questões econômicas são fundamentais na construção de uma nova sociedade mais sustentável. Importante salientar que os 10% mais ricos emitem

50% dos gases de efeito estufa, enquanto os 50% mais pobres são responsáveis por somente 8% das emissões. Lembramos também que, hoje, os 8 bilionários mais ricos do mundo têm a mesma renda que 50% da população mais pobre, ou seja, cerca de 3,6 bilhões de pessoas. Sem dúvida, uma sociedade com essa gigantesca desigualdade econômica não é sustentável nem em curto prazo. O Brasil, que respondeu por cerca de 4,5% das emissões globais em 2023, ainda não faz parte do grupo de países que precificam as emissões de gases de efeito estufa, e isso traz dificuldades na implementação de políticas de regulamentação do chamado mercado de carbono. No campo econômico, as externalidades das emissões de carbono não são levadas em conta. Zerar as emissões líquidas (ou seja, a diferença entre as emissões brutas e as remoções) de gases de efeito estufa pode impulsionar as economias, por conta dos investimentos necessários para viabilizar as reduções, e também pela redução dos danos. Obviamente, é necessário que essa transição para uma sociedade de baixo carbono seja realizada de forma gradativa e coordenada, levando em conta também a redução de desigualdades sociais. Certamente, quanto mais tempo demorarmos para sua implementação, maiores serão os custos econômicos e sociais em lidar com a mudança do clima.

Temos também que pensar nas questões éticas associadas com as mudanças do clima, pois deixaremos para as gerações futuras um planeta muito mais inóspito. Que direito temos em nossa geração de comprometer a Vida de seres humanos que estão nascendo neste momento e que nascerão nas próximas décadas? A humanidade está passando por mais uma transição, entre outras que superamos no passado. Esperamos que dessa vez seja para um mundo mais sustentável, mais justo e mais resiliente ao novo clima.

Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis (ODS), ilustrados na Figura 1, são o caminho que as Nações Unidas estruturaram para reduzir desigualdades sociais e construir um futuro sustentável. O ODS 13, ação contra a mudança global do clima, é fundamental para que vários outros ODS sejam atingidos. Sem um clima estável será impossível termos água, comida e saúde para a maioria da população. O conjunto de recomendações mencionadas nas sessões anteriores pode fazer que o Brasil aproveite suas vantagens estratégicas e enfrente suas vulnerabilidades, com aumento da resiliência climática. O impacto das mudanças climáticas no Brasil é vasto e multifacetado, afetando o meio ambiente, a economia e a qualidade de vida de nossa população. A adaptação e a mitigação desses impactos exigem um esforço conjunto e contínuo para proteger o futuro do país e garantir um futuro mais resiliente e sustentável.



OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL



Fonte: Organização das Nações Unidas (ONU).

Figura 1 – Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis que apontam a direção da construção de uma sociedade mais justa e resiliente às mudanças climáticas.

Referências

- ARTAXO, P. Break down boundaries in climate research. World View Section. *Nature*, v.481, p.239, 2012. <https://doi.org/10.1038/481239a>.
- _____. Working together for Amazonia. *Editorial Science Magazine*, v.363, n.6425, 2019. Doi: 10.1126/science.aaw6986
- ARTAXO, P. et al. Tropical and Boreal Forest – Atmosphere Interactions: A Review. *Tellus B: Chemical and Physical Meteorology*, v.74, n.2022, p.24-163, 2022. Doi: <https://doi.org/10.16993/tellusb.34>.
- CLIMATE CENTRAL. Disponível em: <<https://www.climatecentral.org/>>. Acesso em: 11 maio 2025.
- IPCC. *Climate Change 2023: Synthesis Report*. Contribution of Working Groups I, II, and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Ed. Core Writing Team, H. Lee and J. Romero. Geneva: IPCC, 2023. p.35-115. Doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.
- SPA Amazon Assessment Report 2021. Disponível em: <https://www.theamazonwewant.org/spa_publication/amazon-assessment-report-2021/>. Acesso em: 11 maio 2025.
- UNEP 2024. Emission gap report, 2024. Doi: <https://doi.org/10.59117/20.500.11822/46404>.

RESUMO – Há uma expectativa forte na sociedade por mudanças na estratégia de enfrentamento das mudanças climáticas globais. O rápido aumento da incidência e intensidade de eventos climáticos extremos soaram um alerta para a população, deixando claro que estamos em uma emergência climática. A COP-30 reflete a ansiedade da sociedade, com uma necessária mudança na estratégia global de eliminação da extração e uso dos combustíveis fósseis e com a implementação de políticas públicas voltadas à adaptação climática. A ciência deixa claro que com a atual trajetória de altas emissões, estamos levando o clima do planeta a um aquecimento de 3 graus Celsius em média, o que no Brasil se reflete em um aumento de temperatura de 4 a 4.5 °C. Reduções significativas na precipitação no Brasil Central, Amazônia e Nordeste são previstas, com aumento de chuvas no Rio Grande do Sul. Essas mudanças afetam a produção agropecuária brasileira, nossa geração hidrelétrica e muitos outros impactos negativos em nossa sociedade. Os ecossistemas brasileiros vão sofrer profundas mudanças e os impactos na saúde da população não podem ser negligenciados. A necessidade de repensar nosso “desenvolvimento” econômico, respeitando os limites planetários e a necessária redução das desigualdades sociais, coloca pressões sobre a COP-30. Precisamos construir uma sociedade que seja minimamente sustentável, com emissão zero de carbono, menores desigualdades socioeconômicas, que respeite os limites planetários, e que se baseie nos 17 Objetivos de desenvolvimento sustentáveis (ODS). Tarefa difícil, mas da qual depende uma vida digna para nossos filhos e netos. As questões éticas são cada vez mais importantes, pois não temos o direito de comprometer a Vida de seres humanos que nasceram recentemente ou que nascerão em breve. Os 17 ODS dão o caminho para a construção desta nova sociedade. A COP30 pode dar a Virada necessária para uma nova sociedade sustentável.

PALAVRAS-CHAVE: Mudanças climáticas, Meio ambiente, Desenvolvimento econômico, Justiça climática e ética, Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.

ABSTRACT – There are strong societal expectations for changes in the strategy for addressing global climate change. The rapid increase in the incidence and intensity of extreme weather events has sounded like a clear warning to the population, highlighting the climate emergency. COP-30 reflects society's anxiety, with a necessary change in the global strategy to eliminate the extraction and use of fossil fuels and the implementation of public policies aimed at climate adaptation. Science makes it clear that the current trajectory of high emissions is leading the planet's climate to warm by an average of 3 degrees Celsius, which in Brazil is reflected in a temperature increase of 4 to 4.5 °C. Significant reductions in rainfall are predicted for Central Brazil, the Amazon, and the Northeast, with an increase in rainfall expected for Rio Grande do Sul. These changes impact Brazil's agricultural production and hydroelectric generation and have numerous other adverse effects on society. Brazil's ecosystems are expected to undergo profound changes, and the resulting impacts on population health cannot be overlooked. The need to rethink our economic development, while respecting planetary boundaries and addressing the necessary reduction in social inequalities, is putting pressure on COP-30. We need to build a minimally sustainable society, with zero carbon emissions, lower socioeconomic disparities, that respects planetary boundaries, and is based on the 17 Sustainable Development Goals (SDGs). A difficult task, but one on which a dignified life for our children and grandchildren depends. Ethical issues are increasingly important, as we have no right to compromise the lives of human beings who have just been born or who will soon be born. The 17 Sustainable Development Goals (SDGs) pave the way for building this new society. COP30 can make the necessary turn towards a new Sustainable Society.

KEYWORDS: Climate Change, Environment, Economic development, Climate justice and ethics, Sustainable Development Goals.

Paulo Artaxo é professor titular do Instituto de Física da USP e coordenador do Centro de Estudos Amazônia Sustentável da USP. @ – artaxo@if.usp.br / <https://orcid.org/0000-0001-7754-3036>.

Recebido em 12.5.2025 e aceito em 30.5.2025.

¹ Universidade de São Paulo, Instituto de Física, São Paulo, Brasil.