

PREFÁCIO

Vivemos um tempo em que transformações tecnológicas aceleradas, tensões geopolíticas e a emergência climática se entrelaçam, redesenhando a economia mundial e redefinindo as relações entre nações. A fragmentação das cadeias globais de valor, a corrida por tecnologias estratégicas e a transição energética colocam novos desafios e também novas oportunidades. O Brasil, com sua biodiversidade, seu potencial científico e sua matriz energética majoritariamente renovável, não pode ser mero espectador: deve se posicionar como ator estratégico neste cenário de mudanças profundas. A diversidade dos capítulos, neste livro, reflete uma visão holística de como essa questão deve ser abordada.

Não resta dúvidas de que o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) e a Convenção Quadro das Nações Unidas para as Mudanças Climáticas (UNFCCC) vêm produzindo informações e administrando negociações que gerem ações que possam levar à sustentabilidade do planeta. Mas a agenda climática não pode ser, apenas, a agenda dos gases de efeito de estufa. O planeta é um só e outras agendas globais devem andar em paralelo. Não podemos esquecer da agenda da biodiversidade e as suas COPs específicas e muito menos Conferência das Nações Unidas sobre os Oceanos. Não podemos deixar de lado a agenda de desastres e o Marco de Sendai. Por isso o livro é ambicioso.

É impossível não considerar, como mostrado no livro, que projeções climáticas, estimam que a temperatura média anual, no Brasil, possa aumentar entre 2,5 e 4,5°C até 2100 na maior parte do país. Áreas como o semiárido nordestino e o sul da Amazônia podem sofrer secas prolongadas e severas, afetando a produção agrícola, os recursos hídricos e a saúde pública. Também é alarmante que a Ciência esteja nos dando evidências recentes de uma estreita ligação entre condições climáticas extremas e as emissões atmosféricas de carbono da Amazônia, indicando que a floresta pode estar em transição de seu papel histórico de absorvedora de CO₂ para uma preocupante fonte de emissões de carbono* devido à degradação e mudanças climáticas.

A modelagem de nicho ecológico mostra que até 43% das espécies de plantas na Amazônia podem perder pelo menos 30% de sua área de

distribuição até 2070. Das aproximadamente 8.000 espécies avaliadas na Amazônia, incluindo milhares de espécies de plantas e centenas de espécies de vertebrados (principalmente mamíferos e aves) e invertebrados (abelhas), 26% podem estar ameaçadas de extinção devido às mudanças climáticas se cenários pessimistas para as emissões de gases de efeito estufa forem aplicados. Em um cenário em que as metas do Acordo de Paris sejam alcançadas, esse número pode chegar a apenas 14%. Na Mata Atlântica, das aproximadamente 1.300 espécies avaliadas, incluindo coleções de diversas espécies de plantas e centenas de vertebrados (mamíferos, anfíbios e aves) e invertebrados (especialmente mariposas), 31% estão em risco de extinção devido às mudanças climáticas se cenários pessimistas para as emissões de gases de efeito estufa também forem aplicados.

A região costeira e marinha brasileira abriga uma diversidade de habitats, incluindo lagoas, baías, enseadas, deltas de rios, bancos de lama, manguezais, bancos de areia, recifes de corais, bancos de ervas marinhas e áreas de ressurgência. Esses ecossistemas enfrentam ameaças significativas devido às mudanças climáticas, que já estão alterando a riqueza de espécies e a estrutura das comunidades em áreas-chave, incluindo costas rochosas, praias, baías e lagoas costeiras, manguezais, bancos de macroalgas e bancos de ervas marinhas. Os manguezais e os recifes de corais brasileiros são especialmente vulneráveis. Apesar de cobrirem apenas 0,1% do fundo do mar, os recifes de corais abrigam de 25% a 30% de todas as espécies marinhas conhecidas e 65% dos peixes, tornando sua biodiversidade comparável à das florestas tropicais. Esses recifes sustentam comunidades humanas, fornecendo alimentos por meio da pesca, apoiando o turismo, oferecendo compostos farmacêuticos e protegendo as costas da erosão. Esse papel crítico ressalta por que os repetidos alertas científicos sobre o branqueamento e a mortalidade dos corais, que afetam mais de 26 espécies, se intensificaram nas últimas duas décadas.

Estima-se que, na Amazônia, a extensão das florestas degradadas é maior do que a área total desmatada. Cerca de 14% das florestas amazônicas degradadas são subsequentemente desmatadas, sugerindo que esses são processos parcialmente independentes. Por outro lado, o Brasil possui o maior potencial de restauração de florestas tropicais do mundo por meio da regeneração natural. As florestas secundárias são distintas das florestas primárias em termos de estágio evolutivo, composição de espécies, estrutura e funcionalidade, e apresentam uma taxa líquida de

absorção de carbono de 11 a 20 vezes maior que a das florestas primárias. Ou seja, o livro aponta que podemos adotar políticas para gerenciar a degradação florestal e investir em estratégias para regenerar nossas florestas. Isso é essencial para mitigar a crise climática.

Espera-se também que as mudanças climáticas afetem as vazões mínimas dos rios, responsáveis pela manutenção do uso da água e dos ecossistemas durante os períodos de seca. Modelos indicam que as vazões mínimas diminuam na maior parte do Brasil, com flutuações de mais de 50% no sul da Amazônia e em partes do Nordeste. A intermitência (rios completamente secos) pode aumentar na região Nordeste. Além disso, os períodos de escassez hídrica (até dois meses) tendem a aumentar quando a vazão disponível do rio for menor do que a atualmente utilizada como referência para o planejamento do uso da água. Ressalta-se que extremos hidroclimáticos podem afetar não apenas a recarga das águas subterrâneas, mas também a qualidade das águas subterrâneas. Alterações na recarga podem afetar a capacidade de armazenamento dos aquíferos e a disponibilidade de águas subterrâneas. O potencial declínio na disponibilidade de águas superficiais em algumas regiões devido às mudanças climáticas também pode aumentar a pressão sobre as águas subterrâneas, o que afetará significativamente as reservas utilizáveis em condições de sobreexploração e condições alteradas de recarga.

Nossos cientistas mostram que a perda de terras aráveis é o principal fator de perdas em áreas rurais. As regiões semiáridas do Nordeste se tornarão mais secas, enquanto a parte oriental da Amazônia brasileira se tornará um biótopo semelhante a uma savana. A mandioca poderá desaparecer das regiões semiáridas do Nordeste. A produção de milho na região do Agreste, no Nordeste, também deverá ser severamente afetada. Algumas plantas com sementes adaptadas ao clima tropical poderão migrar para o sul do Brasil ou para altitudes mais elevadas para compensar o aumento das temperaturas. Essa migração poderá levar à competição entre áreas e à migração de mão de obra das áreas rurais para regiões mais favoráveis. Outros fatores esperados como parte do estresse sobre os sistemas agrícolas incluem a redução do fluxo de água e do potencial de irrigação, o aumento da incidência de pragas e doenças, mudanças nos biomas e o declínio da biodiversidade animal e vegetal.

As interações entre mudanças climáticas e saúde pública são profundamente discutidas no livro. Mostra-se como o impacto na saúde cardiovascular é exacerbado por eventos extremos, como ondas de calor e

frio, que causam desidratação, hipercoagulabilidade e problemas cardiovasculares, particularmente em populações vulneráveis. O texto contribui ao mostrar como a urbanização desordenada tornou o ambiente urbano um fator agravante da crise climática e sanitária. A impermeabilidade do solo, a perda de espaços verdes e a concentração de atividades em regiões centrais criam ilhas de calor, alteram os padrões de precipitação e favorecem o aumento de doenças respiratórias e cardiovasculares. Na área de doenças infecciosas, os efeitos das mudanças climáticas são igualmente devastadores. O impacto das mudanças climáticas nas doenças bacterianas de veiculação hídrica está sendo analisado e requer ação coordenada em todos os setores. A falta de saneamento adequado, o aumento das inundações e a disseminação de roedores estão colocando comunidades inteiras em risco. O capítulo também analisa arbovírus, como a dengue, cuja disseminação está diretamente ligada ao aumento da temperatura global, à urbanização descontrolada e à pobreza. A disseminação do *Aedes aegypti*, facilitada pela piora das condições climáticas e ambientais, representa um grande desafio para a saúde pública. A Amazônia, mais uma vez, demonstra ser o epicentro da vulnerabilidade devido ao desmatamento, aos fluxos migratórios e à fragilidade dos sistemas de saúde. É evidente que, embora a mortalidade esteja diminuindo, a malária está se tornando mais comum, especialmente na Amazônia brasileira. A transmissão é fortemente influenciada por fatores como desmatamento, variabilidade climática e mobilidade humana. As cidades estão se tornando áreas de alto risco e exigem políticas que integrem ética, sustentabilidade e saúde pública ao planejamento urbano.

Entre 1991 e 2020, 23.923 desastres causaram 2.297 mortes, afetaram mais de 77 milhões de pessoas e tiveram um impacto econômico de mais de R\$ 300 bilhões. Em particular, os desastres relacionados a eventos extremos de chuva, que representam cerca de 33% do total, são responsáveis por 93% do total de mortes e 66% das pessoas afetadas. Esses dados mostram o alto potencial de morte e destruição desses eventos, especialmente quando afetam áreas urbanas caracterizadas por múltiplas dimensões de vulnerabilidade, como infraestrutura frágil e inadequada, ocupação irregular de encostas e planícies de inundação, em grande parte devido à falta de planejamento espacial, e caracterizadas por significativa desigualdade social. Desastres de origem geológica, especialmente deslizamentos de terra, são um excelente exemplo: são muito mais raros do que outros tipos de desastres, mas estão entre os mais mortais, espe-

cialmente quando ocorrem em áreas densamente povoadas em encostas vulneráveis ou próximas a elas. Portanto, os fatores determinantes para a ocorrência e magnitude dos desastres só se tornam claros por meio de uma análise em nível local da combinação de riscos naturais e vulnerabilidades sociais e estruturais. Assim, o capítulo que olha os desastres reforça a visão holística do MCTI.

Finalmente, e como gran-finale, o livro discute que, até o final do século, as perdas de PIB devido aos impactos climáticos na agricultura podem ficar entre 0,4% e 1,8% ao ano, dependendo do cenário de emissões. Impactos indiretos, transmitidos por meio de cadeias produtivas e vínculos intersetoriais, tendem a amplificar as perdas diretas, aumentando a urgência de medidas de adaptação com uma abordagem sistêmica. Os autores do capítulo de Economia enfatizam que os impactos das mudanças climáticas não são neutros: afetam desproporcionalmente as regiões mais pobres, marginalizadas e historicamente vulneráveis. A economia deve, portanto, contribuir para uma abordagem de justiça climática, analisando os impactos distributivos das políticas climáticas, levando em consideração variáveis como renda, etnia, gênero, localização geográfica e acesso a bens públicos. O desenvolvimento de instrumentos compensatórios, como transferências condicionais, fundos de adaptação e mecanismos de segurança voltados para populações vulneráveis, deve ser implementado. Políticas que abordem a economia informal e as cadeias produtivas locais, frequentemente negligenciadas nos modelos tradicionais, são essenciais para a resiliência das comunidades.

O livro também representa um momento crítico no qual a pesquisa empírica deve encontrar os processos de tomada de decisão. O pesquisador tende a se concentrar demais na sua área e pode parecer distante do processo de formulação de políticas. Mas esses dois campos estão interligados e seus resultados se influenciam imensamente.

A ciência prospera com base na curiosidade, na experimentação e na validação, buscando descobrir verdades replicáveis e generalizáveis. Por outro lado, as políticas públicas incorporam as regras, regulamentações e estratégias elaboradas por governos e organizações para enfrentar os desafios sociais, promover o progresso e alocar recursos. Enquanto a ciência busca objetividade e verdades universais, as políticas públicas são moldadas por uma miríade de fatores, incluindo ideologias políticas, opinião pública, considerações econômicas e princípios éticos.

Em diversos países, sociedades científicas desempenham papel essencial na mediação entre os avanços da ciência e a formulação de políticas públicas. No Brasil, a Academia Brasileira de Ciências e a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência têm defendido a utilização de evidências científicas nas decisões governamentais, além de publicar estudos e documentos propositivos sobre temas estratégicos para o desenvolvimento sustentável do país. Destacam-se, em especial, as contribuições sobre mudanças climáticas e biodiversidade, elaboradas por renomados pesquisadores.

As Conferências Nacionais de Ciência, Tecnologia e Inovação, a mais recente realizada em julho de 2025, mobilizaram amplos setores da sociedade em torno de debates e propostas para a construção de um projeto integrado de desenvolvimento, com foco social, econômico e ambiental. Esse conjunto de propostas evidencia, pela sua abrangência e profundidade, o grande desafio de transformá-las efetivamente em políticas públicas.

A interação dinâmica entre ciência e política pública é, portanto, indispensável para enfrentar as questões complexas que marcam as sociedades contemporâneas. Entre elas, as mudanças climáticas se apresentam como a mais urgente.

Traduzir descobertas científicas em políticas acionáveis não é simples. Os formuladores de políticas devem navegar em um cenário complexo caracterizado pela incerteza, interesses conflitantes e julgamentos baseados em valores, exigindo que eles equilibrem evidências científicas com outras considerações, como viabilidade, custo-efetividade e valores sociais.

A relação entre ciência e políticas públicas é complexa e por isso deva ser tão debatida nas e entre as comunidades envolvidas. Essa relação dinâmica e simbiótica representa uma intersecção crítica onde a pesquisa encontra os processos de tomada de decisão para moldar o desenvolvimento social, enfrentar desafios complexos e promover o progresso. Ciência e políticas públicas estão intrinsecamente ligadas, influenciando-se e informando-se mutuamente de diversas maneiras para criar uma relação sinérgica que impulsiona a inovação, promove o desenvolvimento sustentável e melhora o bem-estar de indivíduos e comunidades. Em outras palavras, talvez a ambição desse livro seja exatamente essa. Trazer a discussão de como usar o conhecimento que nossos cientistas estão

produzindo para gerar as políticas públicas que o Brasil e o nosso Planeta tanto necessitam.

Compreendemos que políticas públicas devem ter o conhecimento científico e a inovação no centro de sua formulação, fundamentais para a construção de um Brasil soberano e resiliente. Sabemos que a soberania não se limita à defesa territorial: envolve a capacidade de o país responder a crises globais — em especial às mudanças climáticas — a partir de soluções próprias. Portanto, investir em ciência, tecnologia e inovação significa fortalecer a autonomia nacional, reduzir a dependência externa e criar condições para que o Brasil lidere processos de transformação produtiva e social orientadas pela sustentabilidade.

Nesse contexto, uma política articulada e integrada com os diversos atores do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI, quer no plano Federal, Estadual ou municipal, é indispensável para que possamos avançar na reindustrialização verde e no desenvolvimento social. Em todo o mundo, cabe ao Estado assumir papel decisivo na indução de parcerias, no compartilhamento de riscos e benefícios da inovação e na formulação de estratégias de longo prazo que conciliem crescimento econômico, preservação dos ecossistemas e bem-estar coletivo. Colocar o SNCTI a serviço da transição ecológica é assegurar que o Brasil esteja preparado para enfrentar desafios globais com soluções enraizadas em seu próprio território.

A ciência, além de vetor de soberania e inovação, é também instrumento de justiça social. Permite formular políticas que enfrentem desigualdades, ampliem o acesso à educação de qualidade, fortaleçam o sistema de saúde, assegurem a segurança alimentar e promovam a inclusão. Sem ciência, o país permanece preso a estruturas produtivas atrasadas, porém com políticas efetivas e de longo prazo, abre-se a possibilidade de gerar empregos verdes, democratizar o acesso a bens e serviços e melhorar a vida da população. A COP30, a ser realizada no Brasil, representa um marco dessa visão: é a oportunidade histórica de reafirmarmos, diante do mundo, que o conhecimento científico, a inovação sustentável e a justiça social devem caminhar juntos na construção de um futuro comum, capaz de unir desenvolvimento e responsabilidade climática.

Em última instância, talvez seja essa a ambição deste livro: mostrar como transformar o conhecimento produzido por nossos cientistas em políticas públicas que o Brasil e o Planeta urgentemente necessitam.