

## INTRODUÇÃO

### DESAFIOS GLOBAIS PARA A CIÊNCIA, A TECNOLOGIA E A INOVAÇÃO<sup>1</sup>

Luiz Davidovich<sup>2</sup>

A recente eclosão de covid-19, a consciência de que novas pandemias têm grande chance de aparecer e as inequívocas mudanças climáticas fazem parte de uma classe de desafios que exigem, para seu enfrentamento, colaboração global baseada em ciência, tecnologia e inovação. Esses eventos podem ser considerados, no entanto, como a ponta do *iceberg*, ou seja, as consequências mais visíveis de uma série de desafios interconectados que ameaçam a civilização humana.

A lista de problemas globais, que exigem colaboração também global, baseada em ciência e inovação, é extensa. Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU) abordam os principais desafios a serem enfrentados pela civilização humana. Além das mudanças climáticas e das ameaças à saúde, há ainda os desafios da segurança alimentar, da conservação de recursos hídricos, da substituição de fontes energéticas poluentes e não renováveis, do saneamento básico, da conservação da biodiversidade, da educação de qualidade para todos, da poluição do ar, da governança de grandes concentrações urbanas, com cidades e comunidades sustentáveis, da governança dos oceanos e do espaço, da imensa e crescente desigualdade entre nações e dentro delas. Essa desigualdade manifesta-se tanto no consumo de recursos naturais como na distribuição dos benefícios da ciência e da inovação.

Enquanto a população da República Democrática do Congo usa diariamente 34 l de água por pessoa, o Brasil usa 844 l e os Estados Unidos da América, 3.794 l.<sup>3</sup> Segundo o relatório de 2021 sobre mudanças climáticas do Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC),<sup>4</sup> o país mais poluente do mundo, em termos de emissão *per capita*, é o Qatar, que emite 37,05 t de CO<sub>2</sub> *per capita* por ano, seguido de Kuwait, Arábia Saudita, Canadá e Estados Unidos – este último com 15,74 t emitidas por ano, *per capita*.

---

1. DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/rtm28intro>

2. Professor emérito do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IF/UFRJ); e *distinguished fellow* e *research professor* do Institute for Quantum Science and Engineering da Texas A&M University. Orcid: <<https://orcid.org/0000-0002-4418-3086>>. E-mail: <[ldavid@abc.org.br](mailto:ldavid@abc.org.br)>.

3. Disponível em: <<https://www.worldometers.info/water/>>.

4. Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>>.

Considerando a emissão total do país, vem a China em primeiro lugar, seguida pelos Estados Unidos. O Brasil está em 12<sup>a</sup> lugar (emissão total), com 2,25 t *per capita* por ano.

A desigualdade entre nações manifesta-se dramaticamente no dispêndio em pesquisa e desenvolvimento (P&D) *per capita*. Em 2019, os Estados Unidos investiram US\$ 613 bilhões em P&D, um percentual de 3,1% do produto interno bruto (PIB), correspondente a US\$ 1.866 *per capita*. Considerando a paridade do poder de compra, a China investiu no mesmo ano US\$ 515 bilhões (2,2% do PIB, US\$ 368 *per capita*), enquanto o Brasil investiu, em 2017, US\$ 38 bilhões (1,3% do PIB, US\$ 181 *per capita*).<sup>5</sup>

A disparidade dos investimentos em P&D aumenta a desigualdade entre os países, provocando um *gap* científico e tecnológico que limita drasticamente a distribuição dos benefícios da ciência. Esta é a era de *big data* e da inteligência artificial, da biotecnologia aplicada à agricultura e à saúde humana, das terapias gênicas, da carne de laboratório, dos computadores quânticos; esta é a era da telecomunicação, com o 6G já sendo considerado para substituir o 5G. O conhecimento científico avança com aceleração surpreendente e com o potencial de revolucionar o cotidiano da humanidade. Mas, com a atual configuração mundial, esse avanço poderá não ser para todos.

São complexos os desafios a serem enfrentados. A abordagem tem que ser, necessariamente, multidisciplinar. A covid-19 é um exemplo dessa complexidade, que tem sido destrinchada por um trabalho coletivo de cientistas de vários países. Neste momento, a evidência mais forte é que ocorreu uma transmissão zoonótica: de animais para seres humanos. A lista de zoonoses é imensa: segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), existem mais de duzentos tipos de zoonoses e cerca de 60% das doenças infecciosas humanas têm sua origem em animais.

Entre os fatores que aumentam o risco de surgimento de novas zoonoses estão o desmatamento e incêndios florestais, que afetam a biodiversidade genética da vegetação e forçam o deslocamento de animais silvestres para concentrações urbanas, ao destruir seus *habitats* naturais. A poluição dos recursos hídricos, como aquela do mercúrio despejado pelo garimpo, agrava essa situação. O desmatamento também contribui para acelerar a mudança climática, que por sua vez leva à destruição de ecossistemas e ao aumento de zoonoses. Sofre também a população local, privada de seus meios de subsistência. Em contrapartida, a desigualdade na distribuição de vacinas, com 75% das doses aplicadas em apenas dez países (dados de 2021), não apenas prejudica os países mais pobres como ameaça perpetuar a pandemia, colocando em risco toda a população mundial.

---

5. Disponível em: <<https://bit.ly/3RvSSuh>>.

A mitigação desses fatores, já identificados pela ciência, requer, obviamente, colaboração global e processos inovadores para reduzir a poluição e buscar a conservação dos biomas, aproveitando de forma sustentável a imensa riqueza que contêm.

Inovações destinadas a combater as mudanças climáticas estão surgindo em diversos países. Por exemplo, buscam-se alternativas para a pecuária extensiva, que frequentemente invade biomas, contribuindo para o desmatamento. Além disso, a pecuária emite quase 64% do total de emissões de amônia, contribuindo de forma significativa para a chuva ácida e para a acidificação dos ecossistemas. O gado também é uma fonte altamente relevante de emissões de metano, contribuindo com 35% a 40% das emissões de metano em todo o mundo (Dopelt, Randon e Davidovitch, 2019). No Vale do Silício, várias *startups* dedicam-se à carne cultivada, produzida com tecnologia de células-tronco a partir do cultivo de células de animais, sem necessidade de abatê-los.<sup>6</sup> Em 2017, a China investiu US\$ 300 milhões em uma parceria com empresas israelenses que desenvolvem essa tecnologia, visando ajudar a reduzir a poluição e o aquecimento global. O investimento em carne cultivada faz parte do plano quinquenal agrícola chinês para o período 2022-2027.

Segundo Lelieveld *et al.* (2019), fontes antropogênicas de poluição do ar causam, anualmente, 5,5 milhões de mortes e, dessas, 3,6 milhões ocorrem por queima de combustíveis fósseis.<sup>7</sup> Números bem superiores aos da covid-19. O desenvolvimento de fontes de energia limpa é, portanto, emergencial. Em contrapartida, não são apenas inovações tecnológicas que resolverão esse problema: o programa de substituição de fogões a lenha na Índia,<sup>8</sup> de longa duração, destinado a reduzir a poluição em ambientes domésticos, tem tido sucesso relativo, devido a questões culturais que requerem a intervenção de cientistas sociais (Khandelwal *et al.*, 2017). Mais uma instância de problema que envolve necessariamente uma abordagem multidisciplinar.

O Brasil distancia-se, no entanto, dos ODS, embora tenha o potencial de ser uma grande potência ambiental (Araújo, 2022). Possui biomas contendo entre 15% e 20% da biodiversidade mundial (ONU, 2019); cerca de 12% do montante mundial de recursos hídricos;<sup>9</sup> uma das matrizes energéticas mais limpas do mundo; grande disponibilidade de energias solar e eólica; e um enorme sistema de saúde universal que favorece um forte complexo industrial da saúde, associado à bioeconomia. Mas o investimento em P&D, bem como em educação,

---

6. Disponível em: <<https://bit.ly/3uKulYD>>.

7. Mais informações disponíveis em: <<https://bit.ly/3P5iZXR>>.

8. Disponível em: <<https://bit.ly/3RuCJVY>>.

9. Disponível em: <<https://bit.ly/3yFzhdx>>.

tem diminuído substancialmente nos últimos anos. Apenas 21% da população entre 25 e 64 anos concluiu o ensino superior (OECD, 2021) e o país tem menos de 900 pesquisadores por 1 milhão de habitantes, enquanto países da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE) têm, em média, cerca de 4 mil pesquisadores por 1 milhão de habitantes. E a desigualdade social tem aumentado: o Brasil é o nono país mais desigual do mundo,<sup>10</sup> com um índice de Gini de 53,4%.

Cortes abruptos no orçamento de ciência e tecnologia, acrescidos de bloqueio de recursos, têm reduzido o orçamento do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, que para 2022 é o menor dos últimos dez anos. As perdas acumuladas desde 2014, incluindo 2022, podem chegar a R\$ 100 bilhões, segundo cálculo do Observatório do Conhecimento (Perdas..., 2022). O investimento em educação passou de 19% do orçamento de investimentos da União em 2012 para 8% em 2022. As bolsas de pós-graduação das agências federais – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) – não têm sido reajustadas desde abril de 2013, apesar de a inflação no período ter sido de mais de 60%.

O desmatamento da Amazônia cresceu 29% em 2021, é o maior dos últimos dez anos. De janeiro a dezembro de 2021, a área desmatada corresponde à metade do estado de Sergipe. O garimpo de ouro, avançando sobre território indígena, polui com mercúrio os rios da região, em detrimento da biodiversidade e da saúde e segurança alimentar da população local. O desmatamento do Cerrado aumentou 7,9% entre agosto de 2020 e julho de 2021, alcançando uma área equivalente a sete vezes a cidade do Rio de Janeiro.<sup>11</sup> O Brasil perde, assim, um pilar importante para o desenvolvimento da bioeconomia.

As *commodities* – com o minério de ferro, a soja e o petróleo ocupando lugar de destaque – têm sido responsáveis por mais de 50% do volume de exportações do Brasil, sendo a China o principal mercado comprador.<sup>12</sup> Essa composição das exportações coloca o país em posição arriscada. A China busca garantir mais fornecedores e fechou em 2020 um acordo com a Tanzânia para importar soja. Está aumentando também a produção doméstica. Já o governo Biden investe fortemente na tecnologia de carros elétricos, visando tornar a frota de veículos automotores independente do petróleo. A Arábia Saudita, maior produtor de petróleo do mundo, direcionou boa parte de sua receita para melhorar a educação e a pesquisa.

O mundo se move, mas a atual agenda política e econômica do Brasil não permite que o país acompanhe esse movimento. Uma nova agenda é necessária,

10. Disponível em: <<https://bit.ly/3RyVPKE>>.

11. Disponível em: <<https://bit.ly/3uJRaeQ>>.

12. Disponível em: <<https://portalibre.fgv.br/icomex>>.

ênfatisando, como política de Estado, a ciência, a inovação e a educação de qualidade como eixos estruturantes do desenvolvimento, ao lado de uma ação coordenada, nos âmbitos social e econômico, para construir um país que ofereça igualdade de oportunidades para suas crianças, independentemente do berço em que nasceram. Não é razoável que, apesar do sucesso da agropecuária brasileira, 33 milhões de brasileiros passem fome, neste ano de 2022. A reformatação da agenda brasileira de desenvolvimento, como apontado, é condição indispensável para que o país possa aproveitar plenamente suas vantagens comparativas e caminhar na direção de maior protagonismo internacional e bem-estar social.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, S. (Org.). **Brasil 2045: construindo uma potência ambiental – propostas para a política ambiental brasileira em 2023-2024**. [s.l.]: OC, 2022. v. 1. Disponível em: <<https://bit.ly/3IDAdBG>>.
- DOPELT, K.; RADON, P.; DAVIDOVITCH, N. Environmental effects of the livestock industry: the relationship between knowledge, attitudes, and behavior among students in Israel. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 16, n. 8, p. 1359, 2019.
- IMAZON – INSTITUTO DO HOMEM E MEIO AMBIENTE DA AMAZÔNIA. Desmatamento na Amazônia cresce 29% em 2021 e é o maior dos últimos 10 anos. **Imazon**, 2022. Disponível em: <<https://bit.ly/3c5IxF3>>.
- KHANDELWAL, M *et al.* Why have improved cook-stove initiatives in India failed? **World Development**, v. 92, p. 13-27, 2017.
- LELIEVELD, J. *et al.* Effects of fossil fuel and total anthropogenic emission removal on public health and climate. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 116, n. 15, p. 7192-7197, 2019.
- OECD – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Education at a glance 2021: OECD indicators**. Paris: OECD iLibrary, 2021. Disponível em: <<https://bit.ly/3O3rrVQ>>.
- ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Pnuma: Brasil possui entre 15% e 20% da diversidade biológica mundial. **ONU News: Perspectiva Global Reportagens Humanas**, 2 mar. 2019. Disponível em: <<https://bit.ly/3uLqXwt>>.
- PERDAS no orçamento do conhecimento podem chegar a R\$ 100 bilhões, em 2022. **Observatório do Conhecimento**, 16 maio 2022. Disponível em: <<https://bit.ly/3RyWtYA>>.

