



POR MAURO BERNI

Pesquisador das áreas de meio ambiente e energia do Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético (NIPE), da Universidade de Campinas (Unicamp-SP)
E-mail: mberni@unicamp.br

FLUXOS DE MATERIAIS E ENERGIA NA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA DA TERRA

O processo de transição para uma matriz energética com menor conteúdo de carbono apresenta particularidades quanto ao ponto de partida, à relevância das emissões devido ao seu volume, aos objetivos e aos instrumentos de alavancagem utilizados.

Otimizar a utilização de recursos, aumentar a eficiência de processos, identificar gargalos e oportunidades de ganhos econômicos, auxiliar a tomada de decisões e a compreensão de sistemas são algumas das possibilidades para se obter análises e gestão dos fluxos de materiais e de energia.

A ideia básica é a de modelar o sistema em foco, o que, por si só, já oferece uma visão global dos processos e viabiliza a criação de cenários para se atingir melhorias, e desta forma estabelecer a quantificação de custos atrelados às etapas de um sistema de produção e localizar pontos críticos a serem aprimorados.

É sabido que o planeta Terra tem seus limites em termos de energia, daí governos e instituições em todo o mundo estão defendendo o conceito de economia circular. Ao fechar os ciclos dos materiais, os impactos ambientais associados à extração de matérias-primas podem ser evitados, e o problema dos resíduos pode ser resolvido em grande medida.

Todavia, a grande questão a ser respondida é de como e quanto e, com que rapidez os materiais podem ser reciclados e quanta energia é usada para alimentar esses ciclos. Outra questão é se existem fontes renováveis suficiente disponíveis na Terra para gerenciar de forma sustentável os fluxos de materiais.

Harald et al. (2019) mostra que o sistema da Terra é alimenta-

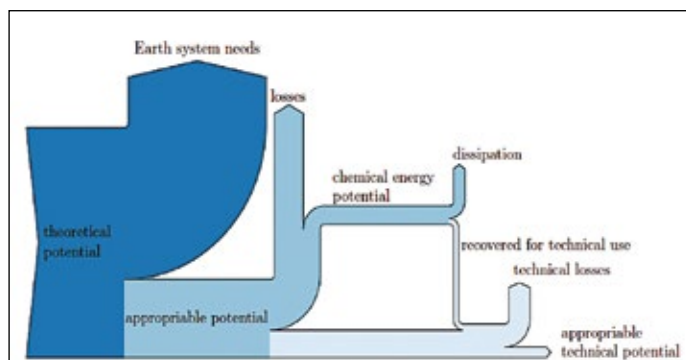


Figura 1. Representação esquemática de energia renovável na Terra e os conceitos de potenciais.
Fonte: Harald et al. (2019)

do por três fluxos de fontes renováveis de entrada: irradiação solar, calor terrestre e marés. O método desenvolvido pelos autores, segue os fluxos globais de entrada de fontes renováveis ao nível de potenciais técnicos (Figura 1).

O potencial teórico é o fluxo total de energia de entrada, o potencial apropriado é aquele descontado as necessidades de energia do sistema terrestre e o potencial técnico apropriado tem descontado o que é necessário para fornecer potencial químico apropriado mais o que pode ser recuperado para uso técnico, após o uso de produtos químicos e descontadas as perdas de conversão técnica em energia elétrica. Os fluxos na Figura 1 são disponibilizados a partir do Diagrama Sankey.

Harald et al. (2019), afirmam que esses fluxos de energia sempre foram usados inteiramente pela própria Terra, alimentando seus vários subsistemas, como os oceanos, a atmosfera e as florestas, bem como a geração das superfícies de gelo reflexivas. A maioria desses subsistemas converte a energia recebida em fluxos de energia renováveis adicionais, por exemplo, as correntes de vento e água ou a produção de biomassa. Nessas conversões, a energia livre, chamada *exergia*, é extraída dos fluxos de energia que chegam.

À medida que a humanidade desvia cada vez mais fluxos de energia renovável para suas atividades, as partes disponíveis para o sistema terrestre são reduzidas. O sistema terrestre pode compensar esses desvios até certo ponto. No entanto, se eles forem muito grandes, aumenta o risco de ultrapassar os chamados “pontos de inflexão”. Isso resultaria em mudanças rápidas e irreversíveis no sistema terrestre, como o derretimento das calotas polares, o que por sua vez aceleraria as mudanças climáticas. ■

Referência

Harald Desing, Rolf Widmer, Didier Beloin-Saint-Pierre, Roland Hischier, Patrick Wäger, *Powering a Sustainable and Circular Economy-An Engineering Approach to Estimating Renewable Energy Potentials within Earth System Boundaries*, *Energies* 2019, 12, 4723; 18 p., doi:10.3390/en12244723. Disponível em: www.mdpi.com/journal/energies.