

Américo Sansigolo KERR

energia e sustentabilidades

fevereiro # 6

Ao longo da história, a humanidade, progressivamente, tem lançado mão de diversos tipos de fontes energéticas que estenderam a possibilidade do homem realizar trabalho para além de sua capacidade endossomática. Em uma longa linha de tempo, houve uma diversificação dessas fontes, assim como algumas perderam ou voltaram a ganhar importância, mas a intensidade global de energia convertida em trabalho, ou em outras formas de energia empregadas pelas sociedades humanas, alçou proporções cada vez maiores.¹ Essa habilidade de adicionar elementos exosomáticos à capacidade natural da espécie humana em converter energias representa um enorme diferencial em relação às outras espécies animais. Por outro lado, ela também tem representado uma componente forte do progressivo impacto antropogênico sobre o meio ambiente, assumindo dimensões regionais e globais muito preocupantes, devido às soluções adotadas para utilizá-las e ao emprego predominante dos combustíveis fósseis.

A tabela-I mostra a proporção em que diferentes fontes de energia são utilizadas em termos globais e para algumas regiões ou países específicos. Vê-se que 85,5% da energia mundial empregada é de origem fóssil (soma de petróleo, carvão e gás). Esses combustíveis são extensivamente queimados para gerar a energia térmica usada diretamente em aquecedores, fornos, caldeiras etc, ou transformada pelas máquinas térmicas que produzem o trabalho mecânico que, por exemplo, move veículos ou impulsiona geradores de energia elétrica.

A questão mais notável relacionada a esse intenso uso dos combustíveis fósseis é a perturbação que pode estar sendo provocada no clima global, principalmente porque pode interferir com o assim chamado *efeito estufa*. A grande quantidade de gás carbônico (CO₂) emitida nestes processos seria o fator mais preocupante, e que se somaria ainda a outros gases estufa ou a outros componentes associados aos combustíveis fósseis. É o caso, por exemplo, do metano emitido em muitos momentos da cadeia de obtenção e de uso desses combustíveis, ou ainda do ozônio que acaba sendo formado na troposfera em reações fotoquímicas propiciadas por poluentes atmosféricos derivados destes processos de combustão.

Tabela I Distribuição Percentual do Uso Energético por tipo de fonte (ano de 2008)²

Região ou País	Fonte Energética (Participação em %)					
	Petróleo	Gás		Hidro e Renováveis ^a	Nuclear	Outras
Natural		Carvão				
Mundo	36,1	21,9	27,5	10,2	1,76	2,53
Estados Unidos	42,3	23,2	22,4	6,99	2,75	0,48
América do Norte	41,3	23,4	19,8	9,60	2,51	0,82
Países desenvolvidos ^b	41,6	22,3	19,2	9,05	1,86	2,36
Europa Oriental e ex-União Soviética	21,0	49,5	17,6	5,94	1,86	0,41
Ásia em desenvolvimento ^c	26,1	8,19	56,2	9,14	0,29	3,13
Oriente Médio	57,9	45,7	1,56	0,39	0,00	5,07
África	33,8	19,1	24,5	19,7	0,20	0,83
América do Sul e Central	45,9	16,6	2,89	35,4	0,26	0,00
China	19,6	3,13	70,1	7,42	0,26	0,00
Brasil	33,3	6,30	3,94	47,2 ^d	0,38	0,22

A maioria da comunidade científica que trabalha com modelos climáticos considera que há uma alta probabilidade de que tais perturbações antropogênicas, ligadas especialmente ao uso dos combustíveis fósseis, estejam gerando um aumento progressivo da temperatura média da superfície terrestre (0,8° C, com incerteza de 0,2° C, desde o ano de 1850 até 2005),³ podendo vir a gerar mudanças climáticas de proporções catastróficas. Mas a discussão sobre o clima é extremamente complexa e está sujeita às incertezas inerentes às previsões.⁴ De qualquer modo, as hipóteses catastróficas encontram eco no imaginário da maioria da população, habituada a observar ou sofrer com inundações, alagamentos, deslizamentos de terra e outros incidentes oriundos da interação entre eventos climáticos extremos e intervenções humanas sobre o meio ambiente.

Todavia, enquanto há incertezas quanto à dimensão das intervenções antropogênicas nas mudanças climáticas globais, há consequências bastante palpáveis e desastrosas em nosso cotidiano, diretamente relacionadas ao intenso uso dos combustíveis fósseis. É o caso da grande quantidade de poluentes emitidos para a atmosfera, tais como o monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio, particuladas, compostos orgânicos voláteis (COV), carbono elementar, óxidos de enxofre, além da produção secundária do smog fotoquímico e de ozônio na troposfera, este último um poderoso oxidante capaz de causar danos a materiais, a vegetais, e à saúde humana. A OMS⁵ estima que anualmente ocorram cerca de 1,3 milhões de mortes prematuras devido à poluição do ar em ambientes externos que, em grande parte, vincula-se a esse modelo energético. Além disso, estima-se que os acidentes de trânsito, intrinsecamente conexo à energia fóssil e extensivamente baseado em veículos individuais, ceife mais de 1,24 milhões de vidas, além de deixar lesões físicas em 20 a 50 milhões de pessoas.⁶

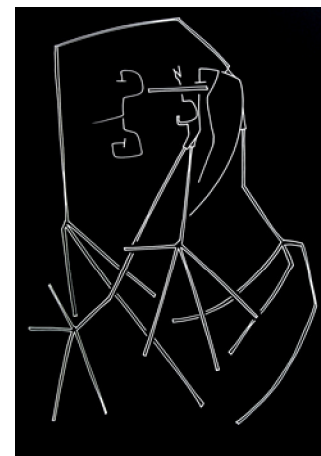


Ilustração: Rafael Moralez

¹ Um dedo de conversa sobre uma questão conceitual. Qualquer um que tenha estudado Física já trabalhou com a Lei da Conservação da Energia. Assim, esse "ente" energia apenas se transforma. O que significa então falarmos livremente de "consumo de energia" ou "desperdício de energia"? De um lado, isso reflete um sentimento humano, pois tudo o que fazemos ou geramos requer o investimento de um esforço físico ou mental que nos transmite o sentimento de que esse investimento foi perdido, na medida em que ele se estraga ou se torna obsoleto. Mas, do ponto de vista do conceito físico de energia, mesmo para as máquinas (que não têm "sentimento de perda"), a soma das diferentes formas de energia se conserva, o que não significa que um tipo de energia possa ser convertido livremente em outro. A energia térmica tende a ser formada em todos os processos reais e a Segunda Lei da Termodinâmica reflete a constatação científica de que não é possível, em um processo cíclico, converter em trabalho o calor retirado de uma "fonte quente", sem que parte dele seja rejeitado em uma "fonte fria". Neste sentido, a energia térmica progressivamente se torna uma forma terminal das outras formas de energia. Assim, sempre que um processo gerar calor, estamos cometendo "desperdício energético", uma vez que essa parcela de energia térmica não poderá ser integralmente convertida em trabalho mecânico. Isso introduz uma espécie de fator de qualidade entre as diferentes formas de energia.

^a Energia solar, eólica, lenha, lixo;

^b Austrália, Áustria, Bélgica, Canadá, República Tcheca, Dinamarca, Finlândia, França, Alemanha, Grécia, Groenlândia, Hungria, Islândia, Irlanda, Itália, Japão, Coreia do Sul, Luxemburgo, México, Holanda, Nova Zelândia, Noruega, Polónia, Portugal, Porto Rico, Espanha, Suécia, Suíça, Turquia, Reino Unido e Estados Unidos;

^c Afeganistão, Bangladesh, Butão, Brunei, Burma, Camboja, China, Fiji, Polinésia Francesa, Hong Kong, Índia, Indonésia, Kiribati, Coreia do Norte, Laos, Macau, Malásia, Maldivas, Mongólia, Nauru, Nepal, Nova Caledônia, Niue, Paquistão, Papua Nova Guiné, Filipinas, Samoa, Cingapura, Sri Lanka, Taiwan, Tailândia, Tonga, Vanuatu, Vietnã;

^d Fontes renováveis: lenha, carvão vegetal, álcool, bagaço de cana. (Dados: Energy Information Administration, 2011)

⁵ IPCC, 2007: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.

Esse é um exemplo claro de que a discussão energética, crucial para uma perspectiva social sustentável, não se restringe à busca de fontes energéticas renováveis. O modelo econômico capitalista, em particular, esgrima seu dom de Midas, e busca incessantemente apropriar-se comercialmente do apelo social à sustentabilidade. Mas essa teria com objetivos centrais garantir qualidade de vida, recursos naturais e meio ambiente adequado para as populações atuais e para as gerações futuras. É, portanto, absolutamente incompatível com o consumismo ou com a inadmissível obsolescência de produtos ditos duráveis promovidos por esse sistema econômico.

Os assim chamados biocombustíveis, por exemplo, representam uma fonte energética renovável. Os conversores vegetais são captadores naturais de radiação solar, sendo a mais antiga fonte de energia usada pela humanidade. Compõem a base alimentar dos seres heterótrofos, e permitem gerar a luz e o calor que a humanidade utilizou desde os seus primórdios. A extração de combustíveis dos vegetais, como óleo e álcool, representa um meio de regular a intermitência dia/noite do ciclo terrestre de energia solar, possibilitando armazená-la e regular continuamente o seu fluxo de uso em máquinas térmicas. Quando as plantações crescem, realizando fotossíntese, elas reincorporam o CO₂ emitido na queima dos combustíveis, ainda que uma parte desse composto, vinda de sua cadeia produtiva, não tenha tal destino.

Mas apesar dessa dimensão renovável, há mais a considerar sobre o prisma da sustentabilidade. Em períodos de safra, a população vizinha às zonas produtoras vê-se submetida às cinzas e à fumaça sufocante das queimadas da cana que precedem à colheita, bem como ao irritante odor do vinhoto. A imagem muitas vezes transmitida de que os veículos movidos à álcool ou biodiesel não poluem é imprecisa. Ademais, para mover a despropositada frota mundial seria necessário utilizar quatro vezes a superfície total do Brasil com cultivar de eficiência similar ao da cana na produção de combustível, para reduzir em 50% as emissões mundiais de gases estufa até 2050.⁷ O sistema de produção de biocombustíveis e sua expansão estão ainda envolvidos com forte espoliação de trabalhadores e grandes impactos ambientais no Brasil e no mundo, comprometendo a segurança alimentar.⁸

Mesmo que produzidos de modo efetivamente sustentável, restaria ainda discutir sua extensão e destinação, voltadas hoje a substituir o petróleo nos conversores de energia de um sistema de transporte que tem natureza ineficiente, poluidora e criminosa. Veículos individuais têm sua utilidade ao permitir a livre definição de deslocamento, agilizar o atendimento médico, serviços de inspeção, emergências etc. Mas são um contrassenso quando representa trilhar um percurso repetitivo ou usualmente seguido por milhares de pessoas. Nessas circunstâncias, os meios de transporte coletivos representam uma eficiência 30 a 70 vezes maior do que os veículos individuais, além de serem mais econômicos e seguros, assim como os trens e os navios o são em relação aos caminhões para o transporte de cargas.⁹

Ainda que de aspecto particular, essa discussão sobre os transportes é fundamental, pois é o setor que representa a atividade mais intensiva no uso de energia (cerca de 36% do total nos países desenvolvidos).¹⁰ Evidencia, também, que não é a ignorância ou falta de alternativas que impedem a adoção de soluções equilibradas e que transpiram o óbvio. Mais difícil é deparar-se com a franqueza (ou descuido) manifesta pela presidente da Petrobrás, Graça Foster, afirmando rejijazar-se com engarrafamentos no trânsito, pois "o meu negócio é vender combustíveis".¹¹ É o Estado sem visão estratégica, trabalhando numa perspectiva consumista, ao mesmo tempo em que estimula e propicia ao cidadão endividamento fácil para comprar veículos de passeio. Trata-se de uma atuação na contramão da sustentabilidade, com os recursos não-renováveis vendidos pela estatal petrolífera sendo queimados de modo absolutamente fútil, sem benefício efetivo para o cidadão, que respira poluentes enquanto permanece engarrafado no trânsito de metrópoles brasileiras.

Os transportes traduzem, assim, de maneira exemplar, os principais nós que precisam ser desatados para que as sociedades humanas adotem um sistema energético sustentável. Resolvê-los não se resume à buscar soluções técnicas científicas, ou observar se a fonte primária é solar, eólica, hidráulica, geotérmica, nuclear, marés ou o que mais se conseguir lançar mão. Compreende enfrentar aquilo que frutifica da articulação dessas possibilidades com o sistema político-econômico e com as relações que determinam uma sociedade. Hémerly et al.,¹² sintetizam que um sistema energético engloba "de um lado, as características ecológicas e tecnológicas das linhas energéticas (evolução das fontes, dos conversores e de seus rendimentos) e, de outro, as estruturas sociais de apropriação e de gestão destas fontes e destes conversores".

As questões da apropriação e da gestão das fontes, particularmente, representam um grande entrave no fato da energia solar, limpa e inesgotável na escala de tempo humana, ainda ser pouco aproveitada. Mas ela está presente em nosso cotidiano mais do que se costuma perceber. O uso direto de biomassa representa 8,5% da energia global, os combustíveis modernos de origem biológica cerca de 2% e, indiretamente, propicia a hidroeletricidade (cerca de 2,1%).¹³ Ainda que não contabilizada nos rateios globais de fontes energéticas, a energia solar sintetizada nos alimentos abastece o corpo humano, o que é equivalente a algo em torno de 14% do consumo mundial de petróleo, em uma estimativa baseada na população mundial. É o que move o trabalho físico e mental indispensável ao funcionamento de nossa sociedade. Mas tudo isso é pouco se considerarmos que em média o sol deposita na superfície terrestre, ao longo de um ano, cerca de 80 vezes a energia das reservas de combustíveis fósseis conhecidas.

Não há dúvida de que existe limitação de conversores eficientes e limpos que a acoplem aos dispositivos que circundam nossa vida moderna, movidos particularmente a energia elétrica. Mas é evidente, também, a mão pesada das grandes corporações produtoras de energia que querem manter seus oligopólios, e só tem olhos para soluções centralizadas de captação e exploração desse recurso energético. Espalhada sobre a superfície terrestre, a energia solar oferece uma possibilidade ímpar de socialização de sua captação e consumo que poderia ser desenvolvida por governos comprometidos com interesses populares.¹⁴ Se a água das famílias paulistanas, por exemplo, fosse aquecida por coletores de energia solar, ocupando poucos metros quadrados do telhado das moradias, estar-se-ia captando aproximadamente o equivalente a 15% da energia gerada pela Itaipu. Soluções simples de engenharia e arquitetura propiciariam maior aproveitamento da iluminação natural, assim como o conforto térmico em edificações, o que reduziria sensivelmente a energia usada para iluminação e climatização de ambientes.

⁷ Veja-se uma discussão mais abrangente sobre esta questão no artigo deste autor "Clima Global, Meio Ambiente e Justiça Social", publicado em janeiro de 2012 no *Le Monde Diplomatique Brasil*, ou no artigo "A análise do efeito estufa em textos paradigmáticos e periódicos jornalísticos", de Maria Emilia Rehder Xavier e Américo Sansigolo Kerr, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 21, n. 3, dez. 2004.

⁸ Nota descritiva n-313, setembro/2011, Organização Mundial da Saúde (OMS) <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/en/index.html> (www.who.int).

⁹ Global status report on road safety 2013, Organização Mundial da Saúde (OMS) (pode ser encontrado em www.who.int)

¹⁰ "Energia renovável, sonho ou realidade?", Rogério C. Cerqueira Leite, Edição Especial A Terra na Estufa, Scientific American - Brasil.

¹¹ Veja-se, por exemplo, "Os impactos da produção de cana no Cerrado e Amazônia", de Maria Luísa Mendonça, Rede Social de Justiça e Direitos Humanos e Comissão Pastoral da Terra, Outubro de 2008, ou o site www.foodfirst.org com matérias sobre os mitos da sustentabilidade dos biocombustíveis e conflitos com a produção de alimentos; e.g. Biofuels: myths of the agro-fuels transition, Background, V.13, n. 2, 2007 (também traduzido pelo Ibase).

¹² "A saúde precária de uma velha senhora", Especial São Paulo, Paulo Saldiva e Evangelina Vormittag, Scientific American - Brasil, abril 2010.

¹³ Energy Resources and Global Development, Jeffrey Chow, Raymond J. Kopp, Paul R. Portney, Science, 28/novembro/2003, Vol 302.

¹⁴ Entrevista ao jornal gaúcho *Zero Hora*, em 14/abril/2013.

¹⁵ No livro "Uma História da Energia" (Editora Universidade de Brasília, 2007), Daniel Hémerly, Jean-Claude Debeir, Jean-Paul Deléage oferecem uma abordagem instigante sobre a questão energética nos diferentes momentos históricos da humanidade e segundo o perfil e as identidades regionais de sociedades humanas. Conduzem as análises segundo a ideia de sistemas energéticos, que compreende não apenas as soluções técnicas adotadas, mas as relações políticas, econômicas e sociais vigentes. Nesse sentido, apresenta, por exemplo, o sistema energético do antigo Egito ou da Mesopotâmia, como uma megamáquina humana estruturada por um Estado autoritário que empregava conversores humanos, através da escravidão, para transformar em trabalho mecânico a energia solar captada nos alimentos produzidos em um sistema agrícola de bom rendimento.

¹⁶ "Ethanol for a Sustainable Energy Future", José Goldemberg, Science, 9/fevereiro/2007, Vol. 315.

¹⁷ "Clima Global, Meio Ambiente e Justiça Social", Américo Sansigolo Kerr, *Le Monde Diplomatique Brasil*, janeiro de 2012.

¹⁸ Desperdício de energia é desperdício do trabalho humano envolvido e do nosso tempo. Um tempo que poderia estar ligado ao desenvolvimento cultural ao lazer, ao invés de ficarmos presos a trabalhos muitas vezes desgastantes e desagradáveis. Paul Lafargue, em seu ensaio "O Direito à Preguiça" (1883), provavelmente foi o primeiro marxista a defender esta perspectiva para os trabalhadores. Questionou a palavra de ordem "direito ao trabalho", destacando o caráter massacrante das tarefas desempenhadas pelos trabalhadores relegados a uma faina similar à dos escravos, aquela época tendo conquistado a redução da jornada de trabalho para 12h.

¹⁹ Science, Sustainability, and the Human Prospect, Peter H. Raven, Science, 9/agoosto/2002, vol. 297.

Mas para estender significativamente a captação de energia solar ou eólica é fundamental contornar as suas flutuações e intermitência - dia/noite; sol/chuva; verão/inverno etc. No caso de geração elétrica isso poderia ser conseguido com a articulação de diferentes linhas energéticas que operam com fluxo regular, e que recepcionariam a energia gerada no momento em que houvesse excedente, e a supririam nos momentos de déficit. Ocorre que essa captação distribuída nas áreas ocupadas pelos cidadãos reduz o potencial de lucro das distribuidoras e produtoras de energia. Exige, portanto, um firme compromisso e controle público para executá-la.

A democratização da educação e o estímulo à geração de conhecimento podem propiciar um avanço incalculável para a transformação sustentável de energias. O desenvolvimento do saber humano tem oferecido conversores energéticos cada vez mais eficientes e, especialmente, a mudança de princípios físicos que efetuam tais conversões. O contínuo aperfeiçoamento de geradores elétricos, desde o século XIX, tem permitido transformar em eletricidade a energia mecânica captadas, por exemplo, pela turbinas hidráulicas (antigas rodas d'água), ou geradas pelos motores térmicos ou, mais recentemente, aquela que é captada pelas pás de ventos (que já impulsionaram moinhos). Tais geradores viabilizaram a desvinculação entre a captação da energia na fonte primária, unificando-a em um único tipo de energia, a elétrica, a ser convertida em muitas outras formas em seu local de emprego. O conhecimento científico e tecnológico sobre os semicondutores permitiu o desenvolvimento surpreendente de componentes eletrônicos que avançam cada vez mais para a miniaturização, propiciando dispositivos que, se fosse possível viabilizar com seus predecessores, as válvulas e outros componentes eletrônicos convencionais, teriam consumo energético absurdamente proibitivos. As telas de cristal líquido, também, consomem muitas vezes menos que os cinescópios, assim como as lâmpadas fluorescentes em relação àquelas incandescentes, enquanto a iluminação por LEDs avança ainda mais em relação à eficiência de transformação da energia elétrica em luz, na durabilidade e menor contaminação ambiental de seus componentes. Ampliando o saber humano, desenvolvendo novos materiais, melhorando a durabilidade de produtos, concebendo melhores conversores de energia primária ou dispositivos mais eficientes nos pontos de uso, encontramos na criatividade científica e tecnológica um fator poderoso de redução do montante de energia empregado em nosso cotidiano.

A educação trabalha ainda em outra ponta. A formação de cada cidadão interfere na sua capacidade de criação e reflexão, permitindo que atue de modo equilibrado e racional, evitando os desperdícios de grande parcela da energia convertida pela humanidade. Mas essa ação do indivíduo somente terá repercussão mensurável socialmente se encontrar políticas de estados que viabilizem a realização social dos esforços individuais, ou de pequenas coletividades. Seria, por exemplo, a disponibilidade de transportes coletivos de qualidade e energeticamente eficientes, ou de propiciar a socialização de conversores de energia, como a solar, eólica ou, ainda, de micro-hidrelétricas ou termelétricas. Nessa direção, eliminar-se-ia perdas indiretas bem significativas, como, por exemplo uma grande redução na dissipação de calor na gigantesca rede de distribuição elétrica ou o aumento da velocidade de deslocamento da população, poupando seu tempo e energia, além de melhorar a eficiência de uso de combustíveis nos veículos circulantes, de reduzir a emissão de poluentes e dos danos que causam, bem como o número de acidentes de trânsito e o consumo energético advindos de cada um desses fatores *per si*. Portanto, a boa educação, além de propiciar ao cidadão o benefício de ter capacidade para gerenciar sua vida de modo mais eficaz e prazeroso,¹⁵ deve motivá-lo a também direcionar suas energias pessoais para ações sociais que pressionem governos a adotarem as necessárias políticas públicas. Assim, os esforços individuais poderiam somar-se, adquirindo repercussão significativa no balanço energético social.

Mas a perspectiva das grandes corporações que controlam a geração e distribuição de energia concentra-se sobre uma abordagem técnica para as alternativas energéticas, apegando-se firmemente ao seu controle econômico. Deste modo, mesmo com soluções renováveis e com as possibilidades que o desenvolvimento do conhecimento humano abre à sustentabilidade, ela se esvai, na medida em que esses avanços veem-se triturados pelas engrenagens de um sistema econômico cujos fundamentos são o lucro e o imediatismo. Prevalece, assim, o estímulo ao consumo de bens e de energia, como se isso expressasse inevitavelmente o incremento da qualidade de vida. Não há solução sustentável para a questão energética em uma sociedade humana dominada por uma perspectiva perdulária. Somente uma enorme desigualdade, em que 20% da população mundial controla 80% dos recursos disponíveis, é que adia seu esgotamento. A dimensão consumista imprimida pelos interesses de lucro de nossas economias não caberia no planeta se seus 7 bilhões de habitantes tivessem acesso mais equânime aos bens e serviços produzidos. Seriam necessários, por exemplo, os recursos de três terras para estender a toda população mundial o padrão de vida dos países industrializados.¹⁶ A ação social persistente e organizada dos cidadãos sobre o Estado é indispensável para romper tal modelo. Ela poderá propiciar os avanços conceituais e políticos indispensáveis à sustentabilidade da sociedade humana, garantindo a qualidade do meio ambiente e recursos às gerações presentes e futuras, em um ambiente de equidade e justiça social.

